Power Master

MI 2892

Bedienungsanleitung

Version 1.0, Code Nr. 20 752 273

METREL®

Händler:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slowenien

Website: http://www.metrel.si
E-Mail: metrel@metrel.si

CE Das Kennzeichen auf Ihrem Gerät bescheinigt, dass es die Anforderungen der EU (Europäische Union) an Sicherheit und Interferenzen verursachende Geräte erfüllt

© 2013 METREL

Diese Veröffentlichung darf ohne schriftliche Genehmigung durch METREL weder vollständig noch teilweise vervielfältigt oder in sonstiger Weise verwendet werden.

1 Einleitung 7
1.1 Hauptmerkmale 7
1.2 Sicherheitsaspekte 8
1.3 Geltende Normen 9
1.4 Abkürzungen 10
2 Beschreibung 20
2.1 Bedienfeld auf der Vorderseite 20
2.2 Anschlussfeld 21
2.3 Ansicht der Rückseite 22
2.4 Zubehör 22
2.4.1 Standardzubehör 22
2.4.2 Optionales Zubehör 23
3 Bedienung des Geräts 24
3.1 Statusleiste des Geräts 25
3.2 Gerätetasten 26
3.3 Gerätespeicher (MicroSD-Karte) 26
3.4 Hauptmenü des Geräts 27
3.4.1 Untermenüs des Geräts 28
3.5 U, I, f 30
3.5.1 Messgerät 30
3.5.2 Oszilloskop 32
3.5.3 Trend 33
3.6 Leistung 35
3.6.1 Messgerät 36
3.6.2 Trend 38
3.7 Energie 41
3.7.1 Messgerät 41
3.7.2 Trend 42
3.8 Harmonische / Zwischenharmonische 44
3.8.1 Messgerät 44
3.8.2 Histogramm (Balken) 46
3.8.3 Trend 48
3.9 Flicker 50
3.9.1 Messgerät 50
3.9.2 Trend 51
3.10 Phasendiagramm 53
3.10.1 Phasendiagramm 53
3.10.2 Unsymmetriediagramm 54
3.10.3 Trend der Unsymmetrie 55
3.11 Temperatur 56
3.11.1 Messgerät 57
3.11.2 Trend 57
3.12 Netzsignale 58
3.12.1 Messgerät 58
3.12.2 Trend 59
3.13 Allgemeiner Rekorder 60
3.14 Wellenform/Einschaltspitzen-Rekorder 62
3.14.1 Einstellungen 62
3.14.2 Erfassen der Wellenform 64
3.14.3 Erfasste Wellenform 65

3.15 Transienten-Rekorder....66
3.15.1 Einstellungen....67
3.15.2 Erfassen der Transienten....68
3.15.3 Erfasste Transienten....69
3.16 Ereignistabelle....71
3.17 Alarmtabelle....75
3.18 Speicherliste....77
3.18.1 Allgemeine Aufzeichnung....78
3.18.2 Momentaufnahme von der Wellenform....81
3.18.3 Wellenform/Einschaltspitzen-Aufzeichnung....83
3.18.4 Transientenaufzeichnung....83
3.19 Untermenü Messeinstellungen....83
3.19.1 Anschlusseinrichtung....84
3.19.2 Ereigniseinrichtung....87
3.19.3 Alarmeinrichtung....88
3.19.4 Netzsignaleinrichtung....90
3.20 Untermenü Allgemeine Einstellungen....90
3.20.1 Kommunikation....91
3.20.2 Uhrzeit & Datum....93
3.20.3 Uhrzeit & Datum....93
3.20.4 Sprache....94
3.20.5 Angaben zum Gerät....94
3.20.6 Sperren/Entsperren....95
3.20.7 Farbmodell....96
4 Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss....98
4.1 Messkampagne....98
4.2 Anschlusseinrichtung....103
4.2.1 Anschluss an Niederspannungssysteme....103
4.2.2 Anschluss an Mittel- oder Hochspannungssysteme....106
4.2.3 Auswahl der Stromzangen und Einstellen des Wandlungsverhältnisses....107
4.2.4 Anschluss des Temperaturmessfühlers....111
4.2.5 Anschluss eines Geräts zur Synchronisierung der GPS-Zeit....111
4.3 Verbindung des Remote-Geräts (über das Internet)....113
4.3.1 Kommunikationsprinzip....113
4.3.2 Einrichtung des Geräts am Remote-Messort....114
4.3.3 Einrichtung von PowerView für den Remote-Zugriff auf das Gerät....115
4.3.4 Remote-Verbindung....116
4.4 Anzahl der gemessenen Parameter und Zusammenhänge mit der Anschlussarten....127
5 Theorie und interne Funktionsweise....129
5.1 Messverfahren....129
5.1.1 Aggregation der Messungen über Zeitintervalle....129
5.1.2 Spannungsmessung (Ausmaß des Versorgungsspannung)....130
5.1.3 Strommessung (Ausmaß des Versorgungsstroms)....130
5.1.4 Frequenzmessung....131
5.1.5 Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010)....131
5.1.6 Energie....136
5.1.7 Harmonische und Zwischenharmonische....138
5.1.8 Netzsignale....140
5.1.9 Flicker....140

5.1.10 Unsymmetrien bei Spannung und Strom....141
5.1.11 Spannungsereignisse....142
5.1.12 Alarme....145
5.1.13 Datenaggregation in der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG....146
5.1.14 Momentaufnahme von der Wellenform....149
5.1.15 Aufzeichnung der Wellenform....150
5.1.16 Transienten-Rekorder....151
5.2 Überblick über die Norm EN 50160....152
5.2.1 Netzfrequenz....153
5.2.2 Schwankungen der Versorgungsspannung....153
5.2.3 Unsymmetrie der Versorgungsspannung....153
5.2.4 THD der Spannung und Harmonische....153
5.2.5 Zwischenharmonische Spannung....154
5.2.6 Netzsignalübertragung auf der Versorgungsspannung....154
5.2.7 Flickerstärke....155
5.2.8 Spannungseinbrüche....155
5.2.9 Spannungsüberhöhungen....155
5.2.10 Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung....156
5.2.11 Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung....156
5.2.12 Rekordereinstellungen des Power Master für die EN 50160-Analyse....156
6 Technische Daten....157
6.1 Allgemeine Angaben....157
6.2 Messungen....157
6.2.1 Allgemeine Beschreibung....157
6.2.2 Phasenspannungen....158
6.2.3 Leiterspannungen....159
6.2.4 Strom....159
6.2.5 Frequenz....161
6.2.6 Flicker....161
6.2.7 Zusammengesetzte Leistung....161
6.2.8 Grundfrequente Leistung....162
6.2.9 Nicht grundfrequente Leistung....163
6.2.10 Leistungsfaktor (LF)....163
6.2.11 Verschiebungsfaktor (VF) oder Cos φ....163
6.2.12 Energie....164
6.2.13 Harmonische und THD der Spannung....164
6.2.14 Harmonische und THD des Stroms....165
6.2.15 Zwischenharmonische der Spannung....165
6.2.16 Zwischenharmonische des Stroms....165
6.2.17 Netzsignale....165
6.2.18 Unsymmetrie....165
6.2.19 Unsicherheit bei Uhrzeit und Dauer....166
6.2.20 Temperaturmessfühler....166
6.3 Rekorder....166
6.3.1 Allgemeiner Rekorder....166
6.3.2 Wellenform/Einschaltspitzen-Rekorder....167
6.3.3 Momentaufnahme von der Wellenform....167
6.3.4 Transienten-Rekorder....167
6.4 Einhaltung der Normen....168
6.4.1 Übereinstimmung mit der IEC 61557-12....168
6.4.2 Übereinstimmung mit der IEC 61000-4-30....169

7 Wartung 170
7.1 Einsetzen der Batteriezellen in das Gerät 170
7.2 Batterien 171
7.3 Erläuterungen zur Stromversorgung 172
7.4 Reinigung 173
7.5 Regelmäßige Kalibrierung 173
7.6 Kundendienst 173
7.7 Fehlerbeseitigung 173

1 Einleitung

Power Master ist ein multifunktionelles Handgerät für die Netzqualitätsanalyse und für Messungen der Energieeffizienz.

Abbildung 1.1: Das Gerät Power Master

1.1 Hauptmerkmale

- Vollständige Übereinstimmung mit der Norm über die Netzqualität IEC 61000-4-30 Klasse A.
- Einfacher und leistungsfähiger Rekorder mit MicroSD-Speicherkarte (es werden Karten bis zu 32 GB unterstützt).
- 4 Spannungskanäle mit breitem Messbereich: bis zu 1000 Vrms, CAT III / 1000 V, mit Unterstützung für Mittel- und Hochspannungssysteme.
- Gleichzeitige Spannungs- und Stromabtastung (8 Kanäle), 16-Bit-AD-Wandlung für genaue Leistungsmessungen und minimale Phasenverschiebungsfehler.
- 4 Stromkanäle mit Unterstützung für automatische Stromzangenerkennung und Messbereichswahl.

- Erfüllt die Anforderungen der IEC 61557-12 und IEEE 1459 (zusammengesetzte, grundfrequente, nicht grundfrequente Leistung) und IEC 62053-22 (Energie).
- 4,3 Zoll TFT-Farbdisplay, einfacher Internet-Remote-Zugang übers Ethernet.
- Wellenform-/Einschaltspitzen-Rekorder, der bei Ereignissen oder Alarmen ausgelöst werden kann und gleichzeitig mit dem allgemeinen Rekorder läuft.
- Leistungsstarke Hilfsmittel zur Fehlerbehehebung: Transienten-Rekorder mit Hüllkurve und Niveauauslösung.
- Die PC-Software **PowerView v3.0** ist ein wesentlicher Teil des Messsystems und gestattet es auf einfachste Weise, die Messdaten herunterzuladen, anzuschauen und zu analysieren oder Berichte zu erstellen.
    - Der PowerView v3.0 Analyser stellt eine einfache, aber leistungsfähige Schnittstelle dar, um die Gerätedaten herunterzuladen und schnelle, intuitive und aussagekräftige Analysen zu erhalten. Die Schnittstelle wurde so organisiert, dass sie eine schnelle Datenauswahl gestattet, indem sie, wie der Windows-Explorer, eine Baumansicht verwendet.
    - Der Benutzer kann die aufgezeichneten Daten einfach herunterladen und in mehreren Standorten mit vielen Unterstandorten oder Plätzen organisieren.
    - Erzeugt Diagramme, Tabellen und Grafiken für Ihre hochqualitative Datenanalyse und erstellt professionelle Druckberichte.
    - Für weitere Analysen können die Daten in andere Anwendungen (z. B. Tabellenkalkulation) exportiert oder kopiert werden bzw. von dort eingefügt werden.
    - Es können mehrere Datenaufzeichnungen gleichzeitig angezeigt und analysiert werden. Fügt verschiedene, erfasste Messdaten zu einer Messung zusammen, synchronisiert die mit verschiedenen Geräten aufgezeichneten Daten mit Zeitausgleich, splittet die erfassten Daten in mehrere Messungen oder extrahiert relevante Daten.

1.2 Sicherheitsaspekte

Um die Sicherheit des Bedieners während der Benutzung der Power Master-Geräte zu gewährleisten und die Risiken einer Beschädigung des Geräts zu minimieren, beachten Sie bitte folgende Warnhinweise:

⚠ **Das Gerät wurde so konstruiert, dass ein Maximum an Sicherheit für den Bediener gewährleistet wird. Eine von diesem Handbuch abweichende Benutzung kann das Unfallrisiko für den Bediener erhöhen!**

⚠ **Verwenden Sie das Gerät und/oder das Zubehör nicht, wenn eine sichtbare Beschädigung festgestellt wurde!**

⚠ **Das Gerät enthält keine Teile, die vom Benutzer zu warten sind. Service oder Einstellungsarbeiten dürfen nur von einem autorisierten Händler durchgeführt werden!**

⚠ **Es sind alle üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um die Gefahr eines elektrischen Schlags während der Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!**

⚠ **Verwenden Sie nur zugelassenes Zubehör, das bei ihrem Händler erhältlich ist!**

⚠ **Das Gerät enthält wieder aufladbare NiMH-Akkus. Die Batteriezellen dürfen nur durch denselben Typ ersetzt werden, der auf dem Schild des Batteriefachs oder in diesem Handbuch angegeben ist. Verwenden Sie keine normalen Batterien, während der Netzteiladapter/das Ladegerät angeschlossen ist, anderenfalls könnten diese explodieren!**

⚠ **Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Prüfleitungen ab, entfernen Sie das Stromversorgungskabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs entfernen.**

⚠ **Die maximale Nennspannung zwischen einem Phasenleiter- und dem Neutralleitereingang beträgt 1000 V_{RMS}. Die maximale Nennspannung zwischen Phasenleitern beträgt 1730 V_{RMS}.**

⚠ **Schließen Sie immer die ungenutzten Spannungseingänge (L1, L2, L3, GND) mit dem Neutralleitereingang (N) kurz, um Messfehler und falsche Ereignisauslösung aufgrund von Rauschkopplungen zu vermeiden.**

⚠ **Entfernen Sie die MicroSD-Speicherkarte nicht, während das Gerät Daten aufzeichnet oder liest. Anderenfalls können Schäden an der Aufzeichnung und Kartenfehler auftreten.**

1.3 Geltende Normen

Das Power Master wurde in Übereinstimmung mit folgenden Normen entwickelt und erprobt:

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	
EN 61326-2-2: 2013	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen Teil 2-2: Besondere Anforderungen - Prüfanordnung, Betriebsbedingungen und Leistungsmerkmale für ortsveränderliche Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte für den Gebrauch in Niederspannungs-Stromversorgungsnetzen • Emission: Klasse A - Ausrüstung (für industrielle Zwecke) • Störfestigkeit für Geräte, die in Industriebetrieben genutzt werden sollen
Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie)	
EN 61010-1: 2010	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61010-2-030: 2010	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Prüf- und Messstromkreise

EN 61010-031: 2002 + A1: 2008	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen
EN 61010-2-032: 2012	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen
Messverfahren	
IEC 61000-4-30: 2008 Klasse A	Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren - Verfahren zur Messung der Spannungsqualität
IEC 61557-12: 2007	Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen - Teil 12: Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens
IEC 61000-4-7: 2002 + A1: 2008	Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren - Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten
IEC 61000-4-15: 2010	Teil 4-15: Prüf- und Messverfahren - Flickermeter - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikationen
IEC 62053-22: 2003	Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchszähler (Klasse 0,5 S)
IEC 62053-23: 2003	Teil 22: Teil 23: Elektronische Blindverbrauchszähler (Klasse 2)
IEEE 1459: 2010	IEEE-Standardfestlegungen für die Messung von elektrischen Energiemengen unter sinusförmigen, nicht sinusförmigen, symmetrischen oder nicht symmetrischen Bedingungen
EN 50160: 2010	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

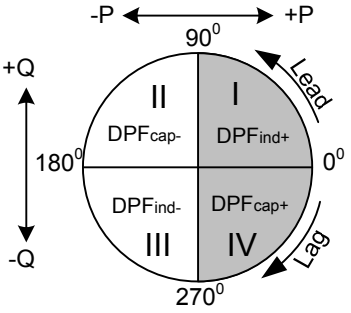
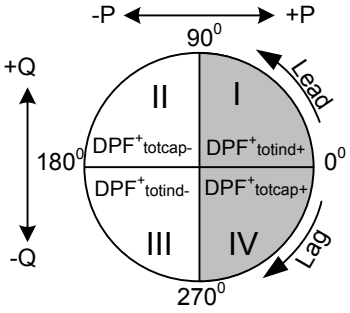
Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Serie EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den IEC-Normen mit der gleichen Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur durch die ergänzten Teile, welche durch das europäische Harmonisierungsverfahren notwendig sind.

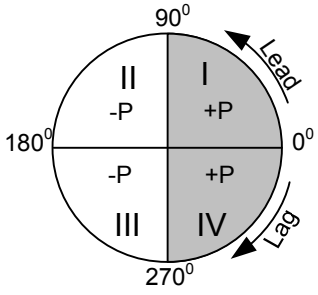
1.4 Abkürzungen

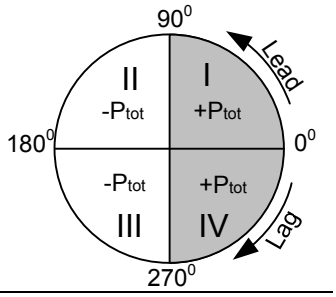
In diesem Dokument werden folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

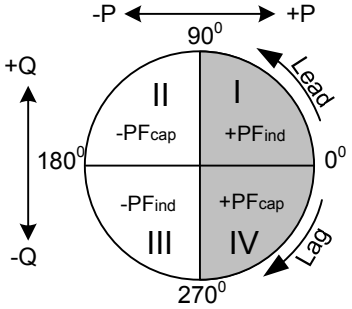
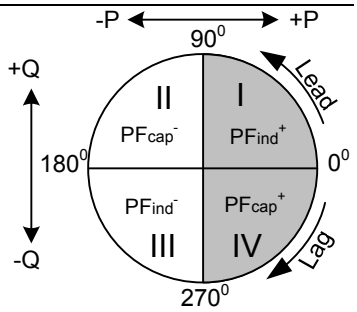
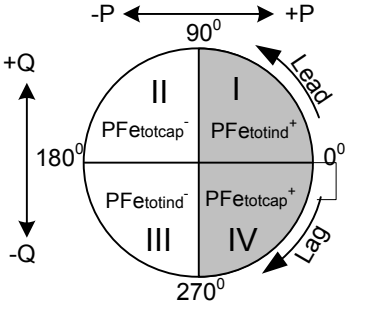
SF_I	Stromscheitelfaktor, einschließlich SF_{Ip} (Stromscheitelfaktor der Phase p) und SF_{IN} (Stromscheitelfaktor des Neutralleiters). Für die Definition

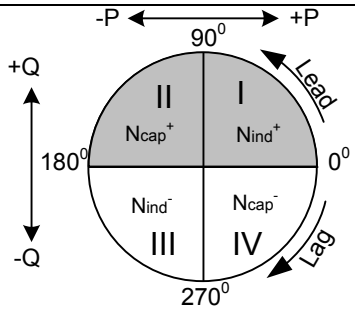
	- siehe 5.1.3.
SF_U	Spannungsscheitelfaktor, einschließlich SF_{Upg} (Spannungsscheitelfaktor, Phase p - Phase g) und SF_{Up} (Spannungsscheitelfaktor, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.2.
$\pm VF_{ind/kap}$	Momentaner Phasenverschiebungsfaktor (grundfrequent) oder cos φ, einschließlich $\pm VFp_{ind}$ (Phasenverschiebung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter.
$VF_{ind/kap}^{\pm}$	Aufgezeichneter Phasenverschiebungsfaktor (grundfrequent) oder cos φ, einschließlich $VFp_{ind/kap}^{\pm}$ (Phasenverschiebung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5. 
$\pm VF^{+}_{gesind}$ $\pm VF^{+}_{geskap}$	Momentaner grundfrequenter Leistungsfaktor des Mitsystems. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$VF^{+}_{gesind}{}^{\pm}$ $VF^{+}_{geskap}{}^{\pm}$	Aufgezeichneter, effektiver grundfrequenter Gesamtleistungsfaktor. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5. 
DI	Stromverzerrungsleistung der Phase, einschließlich DI_p (Stromverzerrungsleistung der Phase p). Siehe 5.1.5 Abschnitt: Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010) für die Definition.
DeI_{ges}	Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung. Siehe 5.1.5

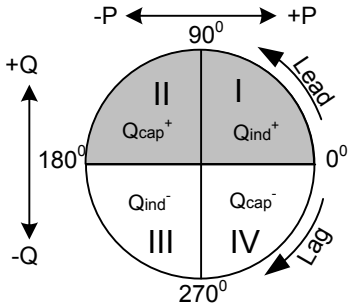
	Abschnitt: Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010) für die Definition.
D_H	Verzerrungsleistung aus Harmonischen der Phase, einschließlich D_{Hp} (Verzerrungsleistung aus Harmonischen der Phase p). Siehe 5.1.5 Abschnitt: Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010) für die Definition.
De_H	Gesamte effektive Verzerrungsleistung aus Harmonischen. Siehe 5.1.5 Abschnitt: Messungen der nicht grundfrequenten Gesamtleistung für die Definition.
Dv	Spannungsverzerrungsleistung der Phase, einschließlich Dv_p (Spannungsverzerrungsleistung der Phase p). Siehe 5.1.5 Abschnitt: Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010) für die Definition.
Dev_{ges}	Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung. Siehe 5.1.5 Abschnitt: Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010) für die Definition.
$Ep^{\pm}$	Aufgezeichnete, zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkenergie der Phase, einschließlich $Ep_p^{+/-}$ (Wirkenergie der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Energie hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
$Ep_{ges}^{\pm}$	Aufgezeichnete, gesamte zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkenergie. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Energie hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
$Eq^{\pm}$	Aufgezeichnete grundfrequente Blindenergie der Phase, einschließlich $Eq_p^{+/-}$ (Blindenergie der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Energie hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
$Eq_{ges}^{\pm}$	Aufgezeichnete, gesamte grundfrequente Blindenergie. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Energie hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
f, freq	Frequenz, einschließlich $freq_{U12}$ (Spannungsfrequenz an U_{12}), $freq_{U1}$ (Spannungsfrequenz an U_1 und $freq_{I1}$ (Stromfrequenz an I_1). Für die Definition - siehe 5.1.4.
i^-	Gegenstromanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
i^0	Nullstromanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
I^+	Mitkomponente des Stroms in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
I^-	Gegenkomponente des Stroms in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
I^0	Nullstromkomponenten in einem Dreiphasensystem. Für

	die Definition - siehe 5.1.10.
$I_{Rms½}$	Über eine halbe Periode gemessener Effektivstrom, einschließlich $I_{pRms½}$ (Strom der Phase p), $I_{NRms½}$ (Effektivstrom des Neutralleiters)
Ifund	Grundfrequenter Effektivstrom Ih_1 (auf der 1. Harmonischen), einschließlich $Ifund_p$ (grundfrequenter Effektivstrom der Phase p) und $Ifund_N$ (grundfrequenter Effektivstrom des Neutralleiters). Für die Definition - siehe 5.1.7.
Ih_n	n-te effektive harmonische Stromkomponente, einschließlich I_ph_n (n-te effektive harmonische Stromkomponente; Phase p) und I_Nh_n (n-te effektive harmonische Stromkomponente, Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
Iih_n	n-te effektive zwischenharmonische Stromkomponente, einschließlich I_pih_n (n-te effektive zwischenharmonische Stromkomponente; Phase p) und I_Nih_n (n-te effektive zwischenharmonische Stromkomponente, Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
I_{Nenn}	Nennstrom. Strom am Stromfühler der Stromzange für 1 Vrms am Ausgang.
I_{Pk}	Spitzenstrom, einschließlich I_{pPk} (Strom der Phase p) einschließlich I_{NPk} (Spitzenstrom des Neutralleiters)
I_{Rms}	Effektivstrom, einschließlich I_{pRms} (Strom der Phase p) einschließlich I_{NRms} (Effektivstrom des Neutralleiters). Für die Definition - siehe 5.1.3.
$\pm P$	Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkleistung der Phase, einschließlich $\pm P_p$ (Wirkleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5. 
$P^{\pm}$	Aufgezeichnete Wirkleistung der Phase (grundfrequente und nicht grundfrequente), einschließlich $P_p^{\pm}$ (Wirkleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.

$\pm P_{ges}$	Momentane zusammengesetzte Gesamtwirkleistung (grundfrequente und nicht grundfrequente). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5. 
$P_{ges}^{\pm}$	Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung (grundfrequente und nicht grundfrequente). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm Pfund$	Momentane grundfrequente Wirkleistung, einschließlich $\pm Pfund_p$ (grundfrequente Wirkleistung der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$Pfund^{+}$	Aufgezeichnete grundfrequente Wirkleistung der Phase, einschließlich $Pfund_p^{\pm}$ (grundfrequente Wirkleistung der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm P^{+}$, $\pm P^{+}_{ges}$	Momentane positive Sequenz der grundfrequenten Gesamtwirkleistung. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$P^{+}_{ges}{}^{\pm}$	Aufgezeichnete positive Sequenz der grundfrequenten Gesamtwirkleistung. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf eine positive Sequenz der verbrauchten Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm P_H$	Momentane Wirkleistung einer Harmonischen der Phase, einschließlich $\pm P_{Hp}$(Wirkleistung einer Harmonischen, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$P_H^{\pm}$	Aufgezeichnete Wirkleistung einer Harmonischen der Phase, einschließlich $P_{Hp}^{\pm}$ (Wirkleistung einer Harmonischen, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm P_{Hges}$	Momentane Gesamtwirkleistung einer Harmonischen. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.

$P_{Hges}^{\pm}$	Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung der Harmonischen. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Wirkleistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm LF_{ind}$ $\pm LF_{kap}$	Momentaner zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor der Phase, einschließlich $\pm LF_{pind/kap}$ (Leistungsfaktor, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter.  Hinweis: LF = VF, wenn keine Harmonischen vorhanden sind. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$LF_{ind}^{\pm}$ $LF_{kap}^{\pm}$	Aufgezeichneter zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor der Phase.  Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet.
$\pm LFe_{gesind}$ $\pm LFe_{geskap}$	Momentaner, effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$LFe_{gesind}^{\pm}$ $LFe_{geskap}^{\pm}$	Aufgezeichneter, effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor.  Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat

	aufgezeichnet.
P_{lt}	Langzeitflicker der Phase (2 Stunden), einschließlich P_{ltpg} (Langzeitflicker der Spannung, Phase p - Phase g) und P_{ltp} (Langzeitflicker der Spannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.9.
P_{st}	Kurzzeitflicker (10 Minuten), einschließlich P_{stpg} (Kurzzeitflicker der Spannung, Phase p - Phase g) und P_{stp} (Spannungsflicker, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.9.
$P_{st(1min)}$	Kurzzeitflicker (1 Minute), einschließlich $P_{st(1min)pg}$ (Kurzzeitflicker der Spannung, Phase p - Phase g) und $P_{st(1min)p}$ (Spannungsflicker, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.9.
P_{inst}	Momentaner Flicker, einschließlich P_{instpg} (Momentaner Spannungsflicker, Phase p - Phase g) und P_{instp} (Momentaner Spannungsflicker, Phase p -). Für die Definition - siehe 5.1.9.
$\pm N$	Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Blindleistung der Phase, einschließlich $\pm N_p$ (Blindleistung, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Blindleistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$N_{ind}^{\pm}$ $N_{kap}^{\pm}$	Aufgezeichnete zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Blindleistung der Phase, einschließlich $N_{kap/indp}$ (Phasenblindleistung, Phase p). Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte grundfrequente Blindleistung hin. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5. 
$\pm Qfund$	Momentane grundfrequente Blindleistung der Phase, einschließlich $\pm Q_p$(Phasenblindleistung, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte grundfrequente Blindleistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.

$Qfund_{ind}^{\pm}$ $Qfund_{kap}^{\pm}$	Aufgezeichnete grundfrequente Blindleistung der Phase. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte grundfrequente Blindleistung hin. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5. 
$\pm Q^{+}_{geskap}$ $\pm Q^{+}_{gesind}$	Momentane positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Blindleistung. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Blindleistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$Q^{+}_{gesind}{}^{\pm}$ $Q^{+}_{geskap}{}^{\pm}$	Aufgezeichnete positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Blindleistung. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Blindleistung hin. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet.
S	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasenscheinleistung, einschließlich S_p (Scheinleistung, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.
Se_{ges}	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente), effektive Gesamtscheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$Sfund$	Grundfrequente Scheinleistung der Phase, einschließlich $Sfund_p$(Grundfrequente Scheinleistung, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.
S^{+}_{ges}	Positive Sequenz der gesamten, effektiven grundfrequenten Scheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$Sufund_{ges}$	Unsymmetrische grundfrequente Scheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.
S_N	Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung, einschließlich S_{Np} (nicht grundfrequente Scheinleistung, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.
Se_N	Gesamte, effektive, nicht grundfrequente Scheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.
S_H	Phasenscheinleistung der Harmonischen, einschließlich S_{Hp} (Scheinleistung der Harmonischen, Phase p). Für die

	Definition - siehe 5.1.5.
Se_{Hges}	Effektive Gesamtscheinleistung der Harmonischen. Für die Definition - siehe 5.1.5.
THD_i	Gesamte harmonische Stromverzerrung (in % oder A), einschließlich THD_{Ip} (THD des Stroms, Phase p) und THD_{IN} (THD des Stroms, Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
THD_U	Entsprechende gesamte harmonische Spannungsverzerrung (in % oder V), einschließlich THD_{Upg} (THD der Spannung, Phase p - Phase g) und THD_{Up} (THD der Spannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.10.
u^-	Gegenspannungsanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
u^0	Nullspannungsanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
U, U_{Rms}	Effektivspannung, einschließlich U_{pg} (Spannung Phase p - Phase g) und U_p (Spannung Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.2.
U^+	Mitspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
U^-	Gegenspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
U^0	Nullspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
U_{Einbr}	Kleinste $U_{Rms½}$ -Spannung, die während eines Einbruchs gemessen wird.
Ufund	Grundfrequente Effektivspannung (Uh_1 auf der 1. Harmonischen), einschließlich $Ufund_{pg}$ (grundfrequente Effektivspannung, Phase p - Phase g) und $Ufund_p$ (grundfrequente Effektivspannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
Uh_N,	n-te effektive harmonischen Spannungskomponente, einschließlich $U_{pg}h_N$ (n-te effektive harmonische Spannungskomponente, Phase p - Phase g) und U_ph_N (n-te effektive harmonische Spannungskomponente, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
Uih_N	n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, einschließlich $U_{pg}ih_N$ (n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, Phase p - Phase g) und U_pih_N (n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
	N-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, gemessen zwischen den

	Phasen. Für die Definition - siehe 5.1.7.
U_{Unterb}	Kleinste $U_{Rms½}$ -Spannung, die während einer Unterbrechung gemessen wird.
U_{Nenn}	Nennspannung - üblicherweise die Spannung, mit der das Netz bestimmt oder bezeichnet wird.
U_{Pk}	Spitzenspannung, einschließlich U_{pgPk} (Spannung zwischen Phase p und Phase g) und U_{pPk} (Spannung zwischen Phase p und Neutralleiter)
$U_{Rms½}$	Effektivspannung, die jeden Halbzyklus aktualisiert wird, einschließlich $U_{pgRms½}$ (Halbzyklusspannung, Phase p - Phase g) und $U_{pRms½}$ (Halbzyklusspannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.11.
$U_{Überh}$	Höchste $U_{Rms½}$ -Spannung, die während einer Überhöhung gemessen wird.
U_{Sig}	Effektivwert der Netzsignalspannung, einschließlich U_{Sigpg} (Halbzyklussignalspannung, Phase p - Phase g) und U_{Sigp}(Halbzyklussignalspannung, Phase p - Neutralleiter). Die Signalgebung besteht aus einer Häufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit denen Ausrüstungen fern bedient werden. Für Einzelheiten - siehe 5.2.6.

2 Beschreibung

2.1 Bedienfeld auf der Vorderseite

Abbildung 2.1: Bedienfeld auf der Vorderseite

Aufbau des Bedienfelds auf der Vorderseite:

1. LCD	Farbiges TFT-Display, 4,3 Zoll, 488 x 272 Pixel.
2. F1 – F4	Funktionstasten
3. PFEIL-Tasten	Bewegen den Cursor und wählen die Parameter aus.
4. ENTER-Taste	Wechselt in das Untermenü.
5. ESC-Taste	Beendet einen Vorgang, bestätigt neue Einstellungen.
6. SHORTCUT-Tasten	Schnellzugriff auf die Hauptfunktionen des Geräts.
7. LICHT-Taste (PIEPTON AUS)	Hochintensive LCD-Hintergrundbeleuchtung ein/aus Durch Drücken der *LICHT*-Taste länger als 1,5 Sekunden wird der Summer deaktiviert. Für die Aktivierung erneut drücken und halten.
8. EIN-AUS-Taste	Schaltet das Gerät ein/aus.
9. ABDECKUNG	Schutz der Kommunikationsschnittstellen und des MicroSD-Kartensteckplatzes.

2.2 Anschlussfeld

⚠ **Warnhinweise!**

⚠ Verwenden Sie nur sicherheitsgeprüfte Leitungen!

⚠ Die maximal zulässige Nennspannung zwischen den Spannungseingängen und Erde beträgt 1000 V_{RMS}!

⚠ Die maximale, kurzzeitige Spannung des externen Netzteiladapters beträgt 14 V!

Abbildung 2.2: Oberes Anschlussfeld

Aufbau des oberen Anschlussfelds:

1 Eingangsanschlüsse des Zangenstromwandlers- (I_1, I_2, I_3, I_N).
2 Eingangsanschlüsse Spannung (L_1, L_2, L_3, N, GND).
3 12 V-Anschlussbuchse der externen Stromversorgung

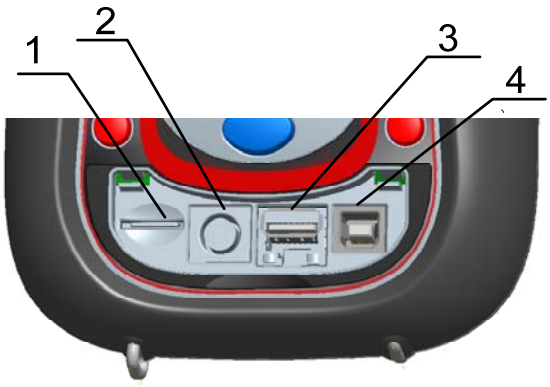


Abbildung 2.3: Seitliches Anschlussfeld

Aufbau des seitlichen Anschlussfelds:

1 Steckplatz der MicroSD-Karte.
2 Serieller Anschluss PS/2 – RS232 / GPS.
3 Ethernet-Anschluss.
4 USB-Anschluss.

2.3 Ansicht der Rückseite

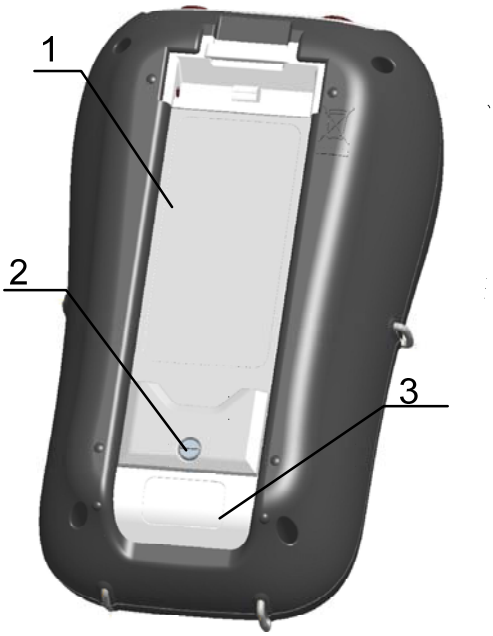


Abbildung 2.4: Ansicht der Rückseite

Aufbau der Rückseite:

1. Abdeckung des Batteriefachs.
2. Schrauben des Batteriefachs (Bei Wechsel der Batteriezellen herausschrauben).
3. Seriennummernschild.

2.4 Zubehör

2.4.1 Standardzubehör

Tabelle 2.1: Standardzubehör des Power Master

Beschreibung	Stück
Flexible Stromzange 3000 A / 300 A / 30 A (A 1227)	4
Temperaturfühler (A 1354)	1
Farbcodierte Prüfspitze	5
Farbcodierte Krokodilklemme	5
Farbcodierte Spannungsmessleitung	5
USB-Kabel	1
RS232-Kabel	1
Ethernet-Kabel	1
12 V / 1,2 A-Netzteiladapter	1
Wieder aufladbarer NiMH-Akku, Typ HR 6 (AA)	6
Gepolsterte Tragetasche	1
Bedienungsanleitung	1
Compact Disc (CD) mit PowerView v3.0 und Benutzerhandbüchern	1

2.4.2 Optionales Zubehör

Eine Liste des optionalen Zubehörs, das auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich ist, finden Sie im Anhang.

3 Bedienung des Geräts

Dieser Abschnitt beschreibt, wie das Gerät bedient wird. Die Vorderseite des Geräts besteht aus einem farbigen LCD-Display und einem Tastenfeld. Auf dem Display werden die gemessenen Daten und der Gerätestatus angezeigt. Die Beschreibung der wesentlichen Symbole auf dem Display und Tasten ist in der Abbildung unten dargestellt.

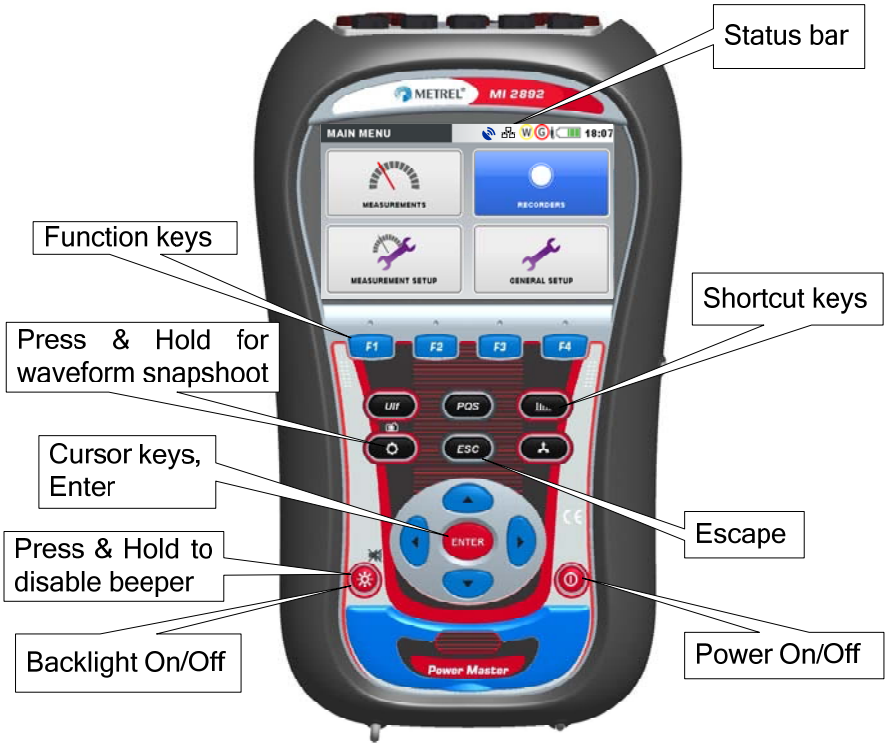


Abbildung 3.1: Beschreibung der Symbole auf dem Display und der Tasten

Während einer Messkampagne können verschiedene Bildschirme angezeigt werden. Die meisten Bildschirme nutzen gemeinsame Beschriftungen und Symbole. Diese sind in der Abbildung unten dargestellt.

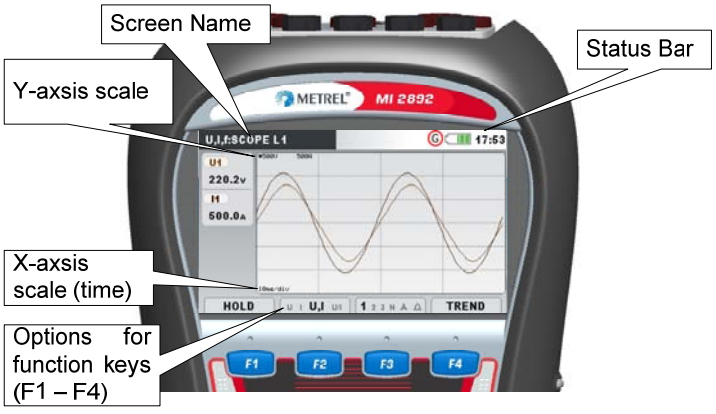


Abbildung 3.2: Gemeinsame Display-Symbole und -beschriftungen während einer Messkampagne

3.1 Statusleiste des Geräts

Die Statusleiste des Geräts ist auf dem Bildschirm oben platziert. Sie zeigt verschiedene Gerätezustände an. Beschreibungen der Icons sind in der Tabelle unten ersichtlich.

Abbildung 3.3: Statusleiste des Geräts

Tabelle 3.1: Beschreibung der Statusleiste des Geräts

	Zeigt den Ladezustand der Batterie an.
	Zeigt an, dass das Ladegerät an das Gerät angeschlossen ist. Die Akkus werden automatisch geladen, wenn das Ladegerät vorhanden ist.
	Gerät ist gesperrt (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.20.6).
	AD-Wandler außerhalb des Bereichs. Die gewählte Nennspannung oder der Bereich der Stromzange ist zu klein.
09:19	Aktuelle Uhrzeit.
	Status des GPS-Moduls (Optionales Zubehör A 1355):
?	GPS-Modul erkannt, dies meldet aber ungültige Zeit- und Positionsdaten. (Satellitensuche läuft oder zu schwaches Satellitensignal).
	GPS-Zeit gültig – gültiges GPS-Zeitsignal vom Satelliten.
	Status der Internetverbindung (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 4.3).
	Internetverbindung nicht vorhanden.
	Gerät ist mit dem Internet verbunden und kommunikationsbereit.
	Gerät ist mit PowerView verbunden.
	Status des Rekorders:
G	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
G	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.
W	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
W	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.
T	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
T	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.
R	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Gerätespeicher abgerufen.

3.2 Gerätetasten

Die Gerätetastatur unterteilt sich in vier Untergruppen:

- Funktionstasten
- Shortcut-Tasten
- Menü/Zoom-Bedientasten: Cursors, Enter, Escape
- Sonstige Tasten: Tasten zum Ein-/Ausschalten von Licht und Stromversorgung

Die Funktionstasten F1 F2 F3 F4 sind multifunktionell. Ihre derzeitige Funktion wird im unteren Teil des Bildschirms angezeigt und hängt von der Gerätefunktion ab.

Die Shortcut-Tasten sind in der Tabelle unten dargestellt. Sie bieten schnellen Zugriff auf die gebräuchlichsten Gerätefunktionen.

Tabelle 3.2: Funktionen der Shortcut-Tasten

UIf	Zeigt den UIF-Messbildschirm aus dem Untermenü MESSUNG.
PQS	Zeigt den Leistungsmessbildschirm aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Bildschirm für die Messungen der Harmonischen aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Bildschirm für die Anschlusseinrichtung aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Bildschirm mit dem Phasendiagramm aus dem Untermenü MESSUNG.
	Halten Sie die Taste 2 Sekunden lang gedrückt, um die MOMENTAUFNAHME DER WELLENFORM auszulösen. Das Gerät zeichnet alle gemessenen Parameter in einer Datei auf, die danach mit PowerView analysiert werden kann.
	Halten Sie die Taste 2 Sekunden lang gedrückt, um die akustischen Signale zu deaktivieren/aktivieren.

Die Cursor-, Enter- und Escape-Tasten werden für die Navigation durch das Menü des Geräts und die Eingabe der verschiedenen Parameter genutzt. Zusätzlich dienen die Cursor-Tasten für das Zoomen und die Cursorbewegungen in Grafiken.

Die Taste wird zur Einstellung der Intensität der Hintergrundbeleuchtung (niedrig/hoch) verwendet. Außerdem kann der Benutzer den Summer aktivieren/deaktivieren, indem er die Taste gedrückt hält.

Die Taste wird genutzt, um das Gerät ein/auszuschalten.

3.3 Gerätespeicher (MicroSD-Karte)

Das Power Master verwendet eine MicroSD-Karte, um Aufzeichnungen zu speichern. Vor der Benutzung des Geräts muss die MicroSD-Karte so formatiert werden, dass sie eine einzige Partition mit FAT32-Dateisystem aufweist. Danach ist sie in das Gerät einzustecken, wie in der Abbildung unten dargestellt.

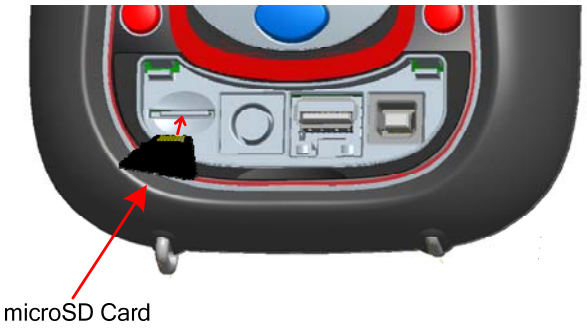


Abbildung 3.4: Einstecken der MicroSD-Karte

1. Öffnen Sie die Abdeckung des Geräts
2. Führen Sie die MicroSD-Karte in den Steckplatz des Geräts ein (wie in der Abbildung dargestellt, muss die Oberseite der Karte nach unten gedreht werden)
3. Schließen Sie die Abdeckung des Geräts

Hinweis: Schalten Sie das Gerät nicht aus, wenn auf die MicroSD-Karte zugegriffen wird:

- während einer Aufzeichnung
- während der Beobachtung der aufgezeichneten Daten im Menü SPEICHERLISTE

Anderenfalls können Daten beschädigt werden und dauerhaft verloren gehen.

Hinweis: Die SD-Karte darf nur eine FAT32-Partition haben. Verwenden Sie keine SD-Karten mit mehreren Partitionen.

3.4 Hauptmenü des Geräts

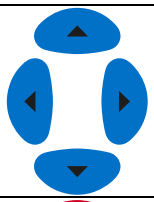
Nach dem Einschalten des Geräts wird das „HAUPTMENÜ“ angezeigt. In diesem Menü können alle Gerätefunktionen ausgewählt werden.

Abbildung 3.5: „HAUPTMENÜ“

Tabelle 3.3: Hauptmenü des Geräts

	Untermenü MESSUNG. Bietet Zugang zu mehreren Messbildschirmen des Geräts
	Untermenü REKORDER. Bietet Zugang zur Konfiguration der Geräterekorder und Speicherung.
	Untermenü MESSEINSTELLUNGEN. Bietet Zugang zu den Einstellungen für Messungen.
	Untermenü ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN. Bietet Zugang zu verschiedenen Geräteeinstellungen.

Tabelle 3.4: Tasten im Hauptmenü

	Wählen das Untermenü aus.
	Öffnet das gewählte Untermenü.

3.4.1 Untermenüs des Geräts

Durch Drücken der Taste ENTER im Hauptmenü kann der Benutzer eins der vier Untermenüs auswählen:

- Messungen - eine Reihe von wesentlichen Messbildschirmen.
- Rekorder - Einstellung und Ansicht verschiedener Aufzeichnungen,
- Messeineinstellungen - Einstellung von Messparametern,
- Allgemeine Einstellungen - Konfiguration der gebräuchlichen Geräteeinstellungen.

Eine Auflistung aller Untermenüs mit den verfügbaren Funktionen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

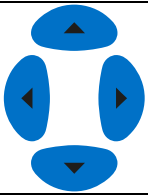
Abbildung 3.6: Untermenü Messungen

Abbildung 3.7: Untermenü Rekorder

Abbildung 3.8: Untermenü Messeinstellungen

Abbildung 3.9: Untermenü Allgemeine Einstellungen

Tabelle 3.5: Tasten in den Untermenüs

	Wählt in jedem Untermenü die Funktion aus.
ENTER	Öffnet die gewählte Funktion.
ESC	Kehrt zum „HAUPTMENÜ“ zurück.

3.5 U, I, f

Die Parameter für Spannung, Strom und Frequenz können auf den „U, I, f"-Bildschirmen beobachtet werden. Die Messergebnisse können in tabellarischer Form (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (OSZILLOSKOP, TREND) betrachtet werden. Die Ansicht TREND ist nur im Modus AUFZEICHNUNG aktiv. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.13.

3.5.1 Messgerät

Beim Öffnen der U, I, f-Option wird der tabellarische Bildschirm U, I, f - MESSGERÄT angezeigt (siehe Abbildungen unten).

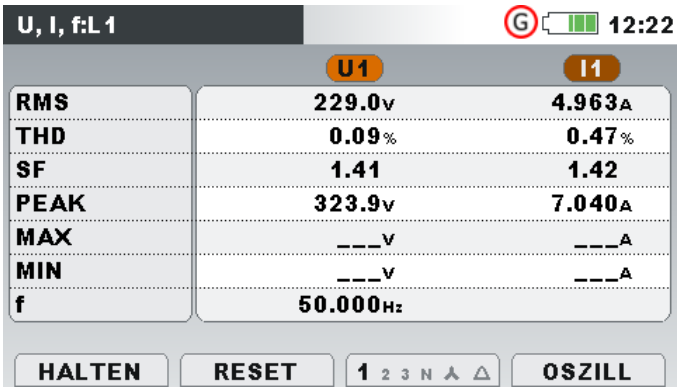


Abbildung 3.10: Bildschirme mit U, I, f-Phasenmesstabelle (L1, L2, L3, N)

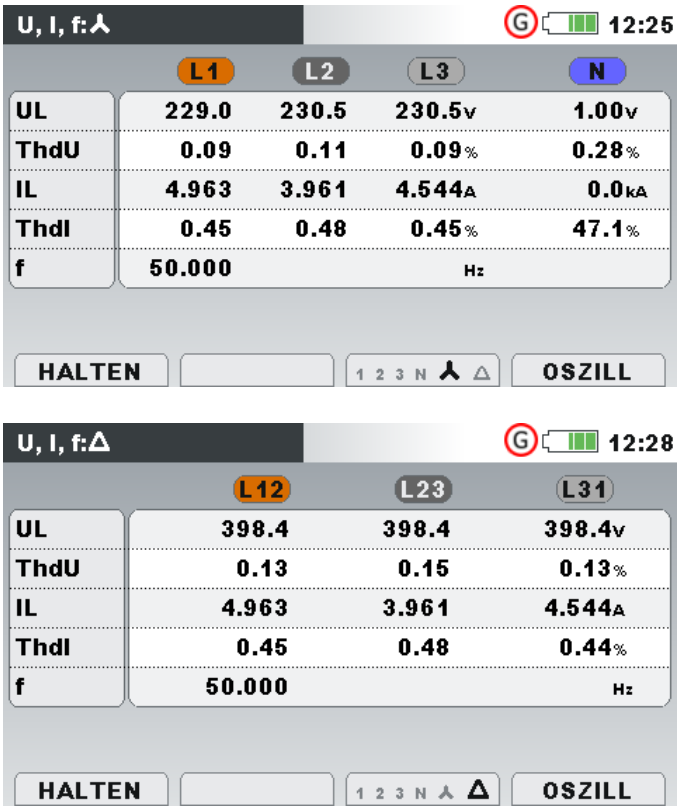


Abbildung 3.11: Bildschirme mit zusammenfassender U, I, f-Messtabelle

Auf diesen Bildschirmen werden die Messungen der Online-Spannung und des -Stroms angezeigt. Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die in diesem Menü verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.6: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

RMS (Effektivwert) UL IL	(Echter) Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
THD ThdU ThdI	Gesamte harmonische Verzerrung THD_U und THD_I
SF	Scheitelfaktor SF_U und SF_I
PEAK	Spitzenwert U_{Pk} und I_{Pk}
MAX	Maximale $U_{Rms½}$ -Spannung und maximaler $I_{Rms½}$ -Strom, gemessen nach einem RESET (Taste: F2)
MIN	Minimale $U_{Rms½}$ -Spannung und minimaler $I_{Rms½}$ -Strom, gemessen nach einem RESET (Taste: F2)
f	Frequenz auf dem Referenzkanal

Hinweis: Bei einem Überlaststrom oder einer Überspannung am AD-Wandler wird das Icon in der Statusleiste des Geräts angezeigt.

Tabelle 3.7: Tasten auf den Messbildschirmen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	**RESET**	Setzt die MAX- und MIN-Werte zurück ($U_{Rms½}$ und $I_{Rms½}$).
F3	**1** 2 3 N Y Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L1.
	1 **2** 3 N Y Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L2.
	1 2 **3** N Y Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L3.
	1 2 3 **N** Y Δ	Zeigt die Messungen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N **Y** Δ	Zeigt die Messungen für alle Phasen.
	1 2 3 N Y **Δ**	Zeigt die Messungen für alle Leiterspannungen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Messungen für alle Leiterspannungen.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).

	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.5.2 Oszilloskop

Wie unten dargestellt, können auf dem Gerät verschiedene Kombinationen von Spannungs- und Stromwellenformen angezeigt werden.

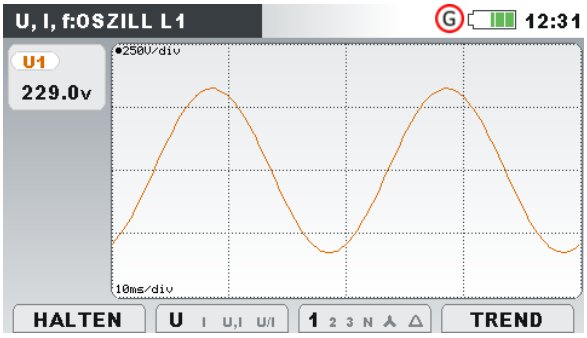


Abbildung 3.12: nur Wellenform der Spannung

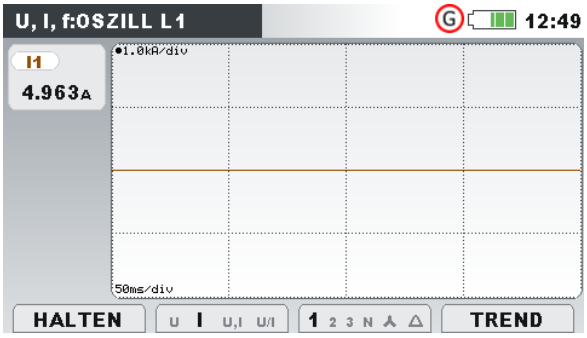


Abbildung 3.13: nur Wellenform des Stroms

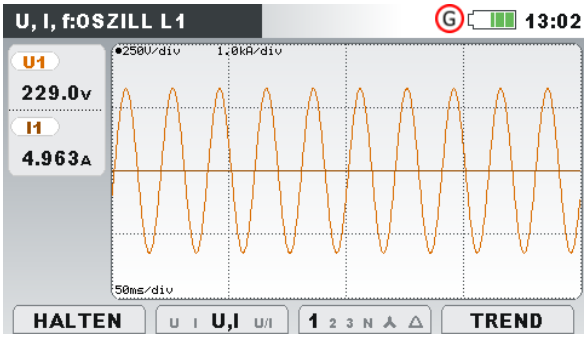


Abbildung 3.14: Spannungs- und Stromwellenform (Einfach-Modus)

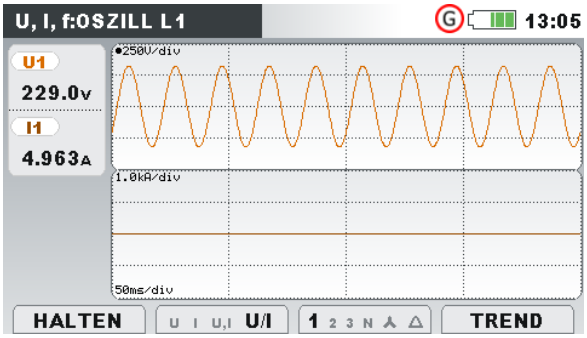


Abbildung 3.15: Spannungs- und Stromwellenform (Dual-Modus)

Tabelle 3.8: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert der Phasenspannung: U_1, U_2, U_3, U_N
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Phase-Phase (Leiter)-Spannung: U_{12}, U_{23}, U_3
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert des Stroms: I_1, I_2, I_3, I_N

Tabelle 3.9: Tasten auf den Oszilloskop-Bildschirmen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.

F2		Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen:
	U I U,I U/I	Zeigt die Wellenform der Spannung.
	U **I** U,I U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U I **U,I** U/I	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenform (ein einziges Diagramm).
	U I U,I **U/I**	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenform (zwei Grafiken).
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N ⅄ Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L1.
	1 **2** 3 N ⅄ Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2.
	1 2 **3** N ⅄ Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3.
	1 2 3 **N** ⅄ Δ	Zeigt die Wellenformen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N **⅄** Δ	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen.
	1 2 3 N ⅄ **Δ**	Zeigt alle Phase-Phase-Wellenformen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
ENTER		Wählt aus, welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U/I oder U+I).
▲ ▼		Stellt den vertikalen Zoom ein.
◀ ▶		Stellt den horizontalen Zoom ein.
📷		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.5.3 Trend

Während der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist, steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des Rekorders - siehe Abschnitt 3.13).

Trends bei Strom und Spannung

Strom- und Spannungstrends können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT-OSZILLOSKOP-TREND) beobachtet werden.

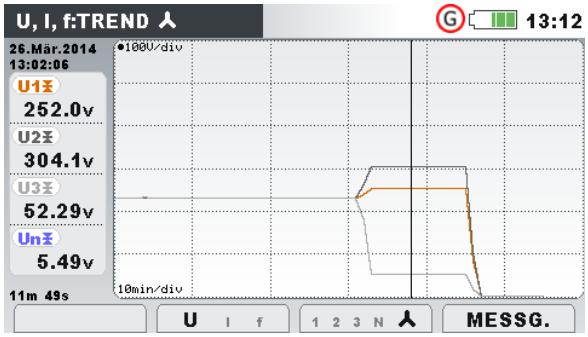


Abbildung 3.16: Spannungstrend (alle Spannungen)

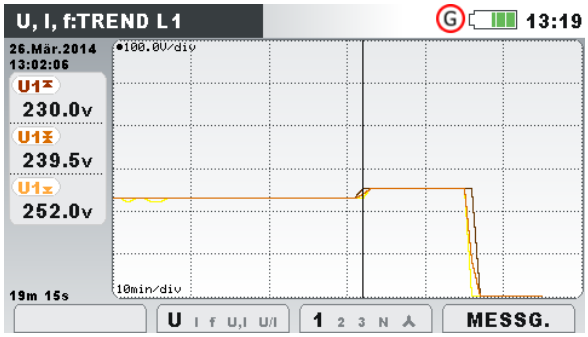


Abbildung 3.17: Spannungstrend (einzelne Spannung)

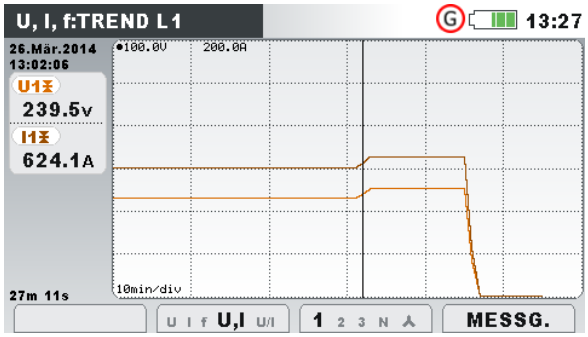


Abbildung 3.18: Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus)

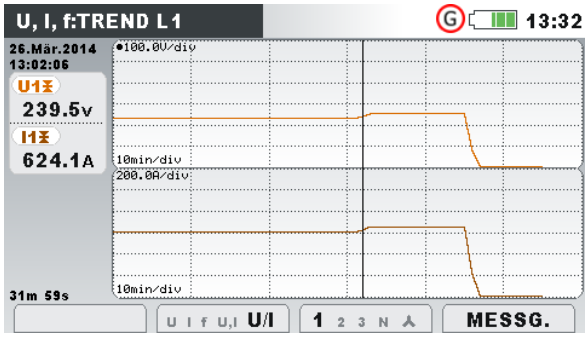


Abbildung 3.19: Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus)

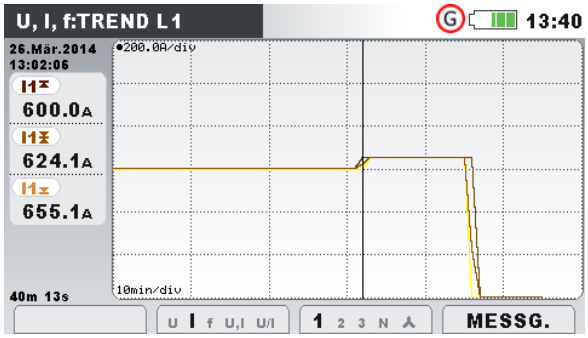


Abbildung 3.20: Trends aller Ströme

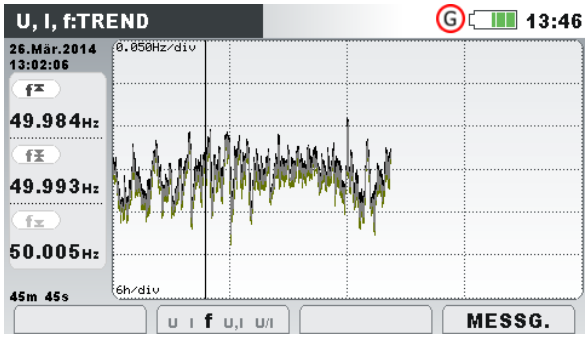


Abbildung 3.21: Trend der Frequenz

Tabelle 3.10: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31	Maximaler (▲), durchschnittlicher (▼) und minimaler (▼) Wert der Phaseneffektivspannung U_1, U_2, U_3, U_N oder der Leiterspannung U_{12}, U_{23}, U_{31} für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
I1, I2, I3, In	Maximaler (▲), durchschnittlicher (▼) und minimaler (▼) Wert des Stroms I_1, I_2, I_{3s}, I_N für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.

f	Maximaler (▲), aktiver durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert der Frequenz auf dem Synchronisierungskanal für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
10.Mai.2013 12:02:00	Zeitstempel des Zeitintervalls (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
32m 00s	Aktuelle Zeit des ALLGEMEINEN REKORDERS (d - Tage, h - Stunden, m - Minuten, s - Sekunden)

Tabelle 3.11: Tasten auf den Trend-Bildschirmen

F2		Wählt zwischen folgenden Optionen:
	U I U,I U/I	Zeigt den Spannungstrend.
	U **I** f U,I U/I	Zeigt den Stromtrend.
	U I **f** U,I U/I	Zeigt den Trend der Frequenz.
	U I f **U,I** U/I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus).
	U I f U,I **U/I**	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus).
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralkanal- und All-Phasenansicht aus:
	1 2 3 N ⅄	Zeigt den Trend für die Phase L1.
	1 **2** 3 N ⅄	Zeigt den Trend für die Phase L2.
	1 2 **3** N ⅄	Zeigt den Trend für die Phase L3.
	1 2 3 **N** ⅄	Zeigt den Trend für den Neutralkanal.
	1 2 3 N ⅄	Zeigt die Trends aller Phasen.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt alle Phase-Phase-Trends.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
◀ ▶		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.6 Leistung

Auf den Bildschirmen LEISTUNG des Geräts werden die gemessenen Leistungsparameter angezeigt. Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (TREND) betrachtet werden. Die Ansicht TREND ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start des Rekorders - siehe Abschnitt 3.13. Zum vollen Verständnis der einzelnen Leistungsparameter - siehe Abschnitt 5.1.5.

3.6.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option LEISTUNG im Untermenü Messungen wird der tabellarische Bildschirm LEISTUNG (MESSGERÄT) angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

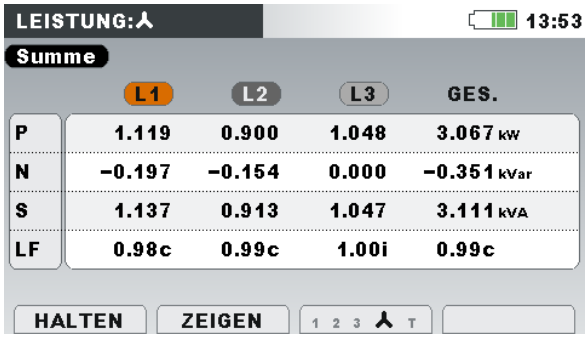


Abbildung 3.22: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (zusammengesetzt)

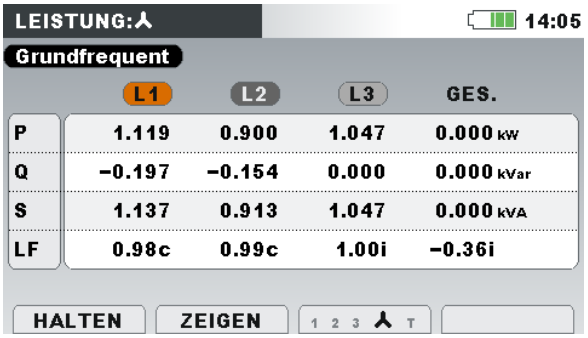


Abbildung 3.23: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (grundfrequent)

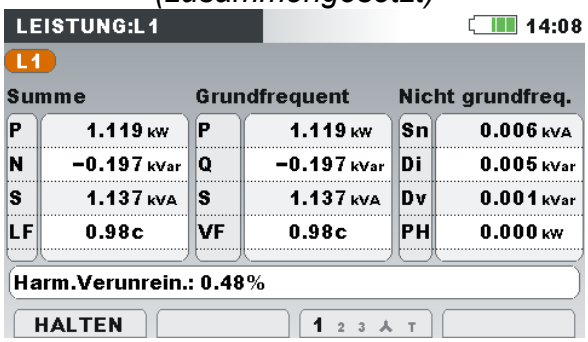

LEISTUNG:L1
14:08
L1
Summe Grundfrequent Nicht grundfreq.
P 1.119 kW P 1.119 kW Sn 0.006 kVA
N −0.197 kVar Q −0.197 kVar Di 0.005 kVar
S 1.137 kVA S 1.137 kVA Dv 0.001 kVar
LF 0.98c VF 0.98c PH 0.000 kW
Harm.Verunrein.: 0.48%
HALTEN

Abbildung 3.24: Ausführliche Leistungsmessungen an Phase L1

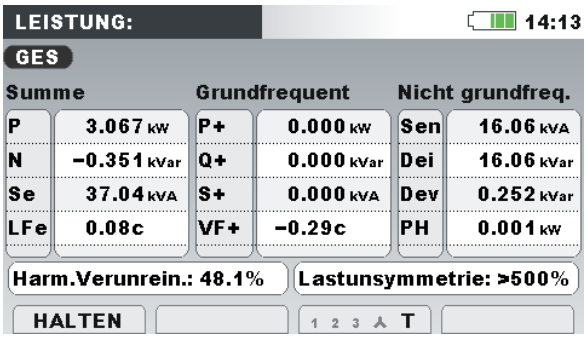

LEISTUNG:
14:13
GES
Summe Grundfrequent Nicht grundfreq.
P 3.067 kW P+ 0.000 kW Sen 16.06 kVA
N −0.351 kVar Q+ 0.000 kVar Dei 16.06 kVar
Se 37.04 kVA S+ 0.000 kVA Dev 0.252 kVar
LFe 0.08c VF+ −0.29c PH 0.001 kW
Harm.Verunrein.: 48.1%
Lastunsymmetrie: >500%
HALTEN

Abbildung 3.25: Ausführliche Messungen der Gesamtleistung

Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den Bildschirmen LEISTUNG (MESSGERÄT) verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.12: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

P	Hängt von der Bildschirmposition ab: In der Spalte **Zusammengesetzt**: Momentane, zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkleistung ($\pm P_1$, $\pm P_2$, $\pm P_3$, $\pm P_{ges}$,) In der Spalte **Grundfrequent**: Momentane grundfrequente Wirkleistung ($\pm Pfund_1$, $\pm Pfund_2$, $\pm Pfund_3$)
N	Momentane, zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Blindleistung ($\pm N_1$, $\pm N_2$, $\pm N_3$, $\pm N_{ges}$,)
Q	Momentane grundfrequente Blindleistung ($\pm Qfund_1$, $\pm Qfund_2$, $\pm Qfund_3$, $\pm Q^+fund_{ges}$)
S	Hängt von der Bildschirmposition ab: In der Spalte **Zusammengesetzt**: Momentane, zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente)

	Scheinleistung (S_1, S_2, S_3) In der Spalte **Grundfrequent**: Momentane grundfrequente Wirkleistung ($Sfund_1$, $Sfund_2$, $Sfund_3$)
P+	Positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Wirkleistung ($\pm P^+_{ges}$)
Q+	Positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Blindleistung ($\pm Q^+_{ges}$)
S+	Positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Scheinleistung ($\pm S^+_{ges}$)
LF+	Leistungsfaktor des Mitsystems (grundfrequent, Gesamt)
Se	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente), effektive Gesamtscheinleistung (Se_{ges})
S_N	Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung (S_{N1}, S_{N2}, S_{N3})
Se_N	Effektive nicht grundfrequente Gesamtscheinleistung (Se_{Nges})
D_I	Stromverzerrungsleistung der Phase (D_{I1}, D_{I2}, D_{I3})
De_I	Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung (De_{Iges})
Dv	Spannungsverzerrungsleistung der Phase (Dv_1, Dv_2, Dv_3)
Dev	Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung (Dev_{ges})
P_H	Phasen- und Gesamtwirkleistung der Harmonischen (P_{H1}^+,P_{H2}^+,P_{H3}^+,$\pm P_{Hges}$)
LF	Momentaner zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor ($\pm LF_1$, $\pm LF_2$, $\pm LF_3$)
LFe	Momentaner effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor ($\pm LFe$)
VF	Momentaner grundfrequenter Leistungsfaktor der Phase ($\pm VF_1$, $\pm VF_2$, $\pm VF_3$,)
Harmonische Verunreinigung	Harmonische Verunreinigung gemäß Norm IEEE 1459
Lastunsymmetrie	Lastunsymmetrie gemäß Norm IEEE 1459

Tabelle 3.13: Tasten auf den Leistungs (MESSGERÄT)-Bildschirmen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	**ZEIGEN**	Schaltet zwischen den Ansichten Zusammengesetzt, Grundfrequent und Nicht grundfreq. um.
F3	**1** 2 3 Δ T	Zeigt die Messungen für die Phase L1.
	1 **2** 3 Δ T	Zeigt die Messungen für die Phase L2.
	1 2 **3** Δ T	Zeigt die Messungen für die Phase L3.
	1 2 3 Δ T	Zeigt einen kurzen Überblick über die Messungen an allen Phasen in einem einzigen Bildschirm.

	1 2 3 T	Zeigt die Messergebnisse der GESAMTleistungsmessungen.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.6.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.13).

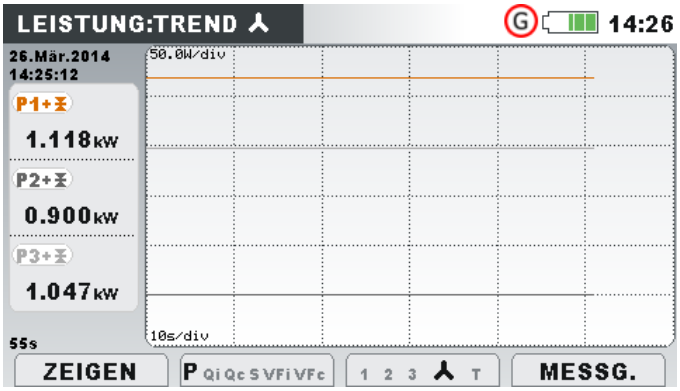


Abbildung 3.26: Bildschirm Leistungstrend

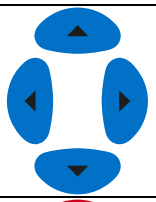
Tabelle 3.14: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

P1±, P2±, P3±, Pt±	Ansicht: **Zusammengesetzte** Leistung Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten (P_1^+, P_2^+, P_3^+, P_{ges}^+) oder erzeugten (P_1^-, P_2^-, P_3^-, P_{ges}^-) zusammengesetzten Wirkleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
P1±, P2±, P3±, P+±	Ansicht: **Grundfrequente** Leistung Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten ($Pfund_1^+$, $Pfund_2^+$, $Pfund_3^+$, $P+_{ges}^+$) oder erzeugten ($Pfund_1^-$, $Pfund_2$, $Pfund_3$, $P+_{ges}^-$), grundfrequenten Wirkleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Ni1±, Ni2±, Ni3±, Nit±	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten (N_{1ind}^+, N_{2ind}^+, N_{3ind}^+, N_{gesind}^+) oder erzeugten (N_{1ind}^-, N_{2ind}^-, N_{3ind}^-, N_{gesind}^-) induktiven zusammengesetzten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Nc1±, Nc2±, Nc3±, Nct±	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten (N_{1kap}^+, N_{2kap}^+, N_{3kap}^+, N_{geskap}^+) oder erzeugten (N_{1kap}^-, N_{2kap}^-, N_{3kap}^-, N_{geskap}^-) kapazitiven zusammengesetzten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.

S1, S2, S3, Se	Ansicht: **Zusammengesetzte** Leistung Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der zusammengesetzten Scheinleistung (*S_1, S_2, S_3, Se_{ges})* für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
S1, S2, S3, S+	Ansicht: **Grundfrequente** Leistung Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der zusammengesetzten Scheinleistung (*$Sfund_1$, $Sfund_2$, $Sfund_3$, S^+_{ges}*) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
LFi1±, LFi2±, LFi3±, LFit±	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des induktiven Leistungsfaktors (1. Quadrant: LF_{1ind}^+, LF_{2ind}^+, LF_{3ind}^+, LF_{gesind}^+ und 3. Quadrant: LF_{1ind}^-, LF_{2ind}^-, LF_{3ind}^-, LF_{gesind}^-) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
LFc1±, LFc2±, LFc3±, LFct±	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des kapazitiven Leistungsfaktors (4. Quadrant: LF_{1kap}^+, LF_{2kap}^+, LF_{3kap}^+, LF_{geskap}^+ und 2. Quadrant: LF_{1kap}^-, LF_{2kap}^-, LF_{3kap}^-, LF_{geskap}^-) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Qi1±, Qi2±, Qi3±, Q+i±	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der verbrauchten (Q_{1ind}^+, Q_{2ind}^+, Q_{3ind}^+, $Q^+_{gesind}{}^+$) oder erzeugten (Q_{1ind}^- , Q_{2ind}^-, Q_{3ind}^-, $Q^+_{gesind}{}^-$) induktiven grundfrequenten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Qc1±, Qc2±, Qc3±, Q+c±	Maximaler(⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der verbrauchten (Q_{1kap}^+, Q_{2kap}^+, Q_{3kap}^+, $Q^+_{kapges}{}^+$) oder erzeugten (Q_{1kap}^-, Q_{2kap}^-, Q_{3kap}^-, $Q^+_{\text{kapges}}{}^-$) kapazitiven grundfrequenten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
VFi1±, VFi2±, VFi3± VF+i±	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des induktiven Verschiebungsfaktors (1. Quadrant: VF_{1ind}^+, VF_{2ind}^+, VF_{3ind}^+, VF_{gesind}^+ und 3. Quadrant: VF_{1ind}^-, VF_{2ind}^-, VF_{3ind}^- VF_{gesind}^-,) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
VFc1±, VFc2±, VFc3± VF+c±	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des kapazitiven Verschiebungsfaktors (4. Quadrant: VF_{1kap}^+, VF_{2kap}^+, VF_{3kap}^+, VF_{geskap}^+ und 2. Quadrant: VF_{1kap}^-, VF_{2kap}^-, VF_{3kap}^-, VF_{geskap}^+) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Sn1, Sn2, Sn3, Sen	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der verbrauchten oder erzeugten, nicht grundfrequenten Scheinleistung (*S_{N1}, S_{N2}, S_{N3}, Se_{Nges}*) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Di1, Di2, Di3, Dei	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der verbrauchten oder erzeugten Stromverzerrungsleistung der Phase (D_{I1}, D_{I2}, D_{I3}, De_{Iges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Dv1, Dv2, Dv3, Dev	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der verbrauchten oder erzeugten Spannungsverzerrungsleistung der Phase (Dv_1, Dv_2, Dv_3, Dev_{ges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Ph1±, Ph2±, Ph3±, Pht±	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert der verbrauchten (*P_{H1}^+, P_{H2}^+, P_{H3}^+, P_{Hges}^+*) der erzeugten (*P_{H1}^-, P_{H2}^-,*

P_{H3}^{-}, P_{Hges}^{-}) Wirkleistung der Harmonischen für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.

Tabelle 3.15: Tasten auf den Leistungs (TREND)-Bildschirmen

F1	**ZEIGEN**	Wählt aus, welche Messung das Gerät im Diagramm darstellen soll: - Verbr. oder Erzeugt Messungen hinsichtlich verbrauchter (Zusatz: +) oder erzeugter Leistung (Zusatz: -). - Zusammengesetzt, Grundfrequent oder Nicht grundfrequent Messung hinsichtlich der grundfrequenten, nicht grundfrequenten oder zusammengesetzten Leistung. Tasten im Fenster ZEIGEN:  Wählt die Option. ENTER Bestätigt die gewählte Option. ESC Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.
F2		Wenn Zusammengesetzte Leistung ausgewählt wurde:
	P Ni Nc S LFi PFc	Zeigt den Trend der zusammengesetzten Wirkleistung.
	P **Ni** Nc S LFi PFc	Zeigt den Trend der zusammengesetzten induktiven Blindleistung.
	P Ni **Nc** S LFi PFc	Zeigt den Trend der zusammengesetzten kapazitiven Blindleistung.
	P Ni Nc **S** LFi PFc	Zeigt den Trend der zusammengesetzten Scheinleistung.
	P Ni Nc S **LFi** PFc	Zeigt den Trend des induktiven Leistungsfaktors.
	P Ni Nc S LFi **LFc**	Zeigt den Trend des kapazitiven Leistungsfaktors.
		Wenn Grundfrequente Leistung ausgewählt wurde:
	P+ Q+i Q+c S+ VF+i VF+c	Zeigt den Trend der grundfrequenten Wirkleistung.
	P+ **Q+i** Q+c S+ VF+i VF+c	Zeigt den Trend der induktiven, grundfrequenten Blindleistung.
	P+ Q+i **Q+c** S+ VF+i VF+c	Zeigt den Trend der kapazitiven, grundfrequenten Blindleistung.
	P+ Q+i Q+c **S+** VF+i VF+c	Zeigt den Trend der grundfrequenten Scheinleistung.
	P+ Q+i Q+c S+	Zeigt den Trend des induktiven Verschiebungsfaktors.

	VF+i VF+c P+ Q+i Q+c S+ VF+i **VF+c**	Zeigt den Trend des kapazitiven Verschiebungsfaktors.
		Wenn Nicht grundfrequente Leistung ausgewählt wurde:
	Sen Dei Dev Pht	Zeigt den Trend der nicht grundfrequenten Scheinleistung.
	Sen **Dei** Dev Pht	Zeigt die nicht grundfrequente Stromverzerrungsleistung.
	Sen Dei **Dev** Pht	Zeigt die nicht grundfrequente Spannungsverzerrungsleistung.
	Sen Dei Dev **Pht**	Zeigt die nicht grundfrequente Wirkleistung.
F3		Wählt zwischen Phasen-, All-Phasen- und Gesamtleistungsansicht aus:
	1 2 3 ⅄ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L1.
	1 **2** 3 ⅄ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L2.
	1 2 **3** ⅄ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L3.
	1 2 3 ⅄ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phasen L1, L2 und L3 in derselben Grafik.
	1 2 3 ⅄ **T**	Zeigt die Gesamtleistungsparameter.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
◀ ▶	Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.7 Energie

3.7.1 Messgerät

Das Gerät zeigt die Status der Energiezähler im Energiemenü. Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) Form betrachtet werden. Die Energiemessung ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.13. Die Messbildschirme sind in den Abbildungen unten dargestellt.

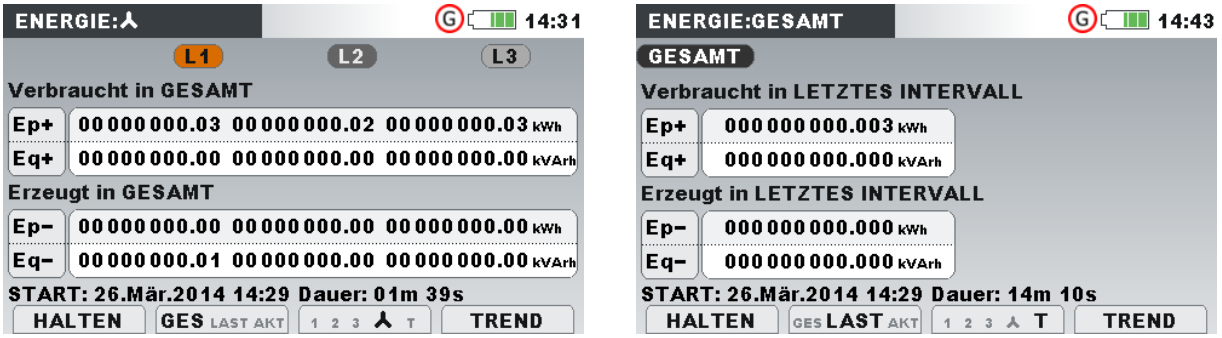


Abbildung 3.27: Bildschirm mit den Energiezählern

Tabelle 3.16: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ep+	Verbrauchte (+) Phasen- (Ep_1^+, Ep_2^+, Ep_3^+) oder Gesamt- (Ep_{ges}^+) Wirkenergie
Ep-	Erzeugte (-) Phasen- (Ep_1^-, Ep_2^-, Ep_3^-) oder Gesamt- (Ep_{ges}^-) Wirkenergie
Eq+	Verbrauchte (+), grundfrequente Phasen- (Eq_1^+, Eq_2^+, Eq_3^+) oder Gesamt- (Eq_{ges}^+) Blindenergie
Eq-	Erzeugte (-), grundfrequente Phasen- (Eq_1^-, Eq_2^-, Eq_3^-) oder Gesamt- (Eq_{ges}^-) Blindenergie
Start	Startzeit und -datum des Rekorders
Dauer	Abgelaufene Zeit des Rekorders

Tabelle 3.17: Tasten auf den Energie (MESSGERÄT)-Bildschirmen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	**GES** LAST AKT	Zeigt die Energieregister für die gesamte Aufzeichnung.
	GES **LAST** AKT	Zeigt die Energieregister für das letzte Intervall.
	GES LAST **AKT**	Zeigt die Energieregister für das aktuelle Intervall.
F3	**1** 2 3 T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L1.
	1 **2** 3 T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L2.
	1 2 **3** T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L3.
	1 2 3 T	Zeigt die Energie aller Phasen.
	1 2 3 **T**	Zeigt die Energieparameter insgesamt.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.7.2 Trend

Die Ansicht TREND ist nur während einer aktiven Aufzeichnung verfügbar (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.13).

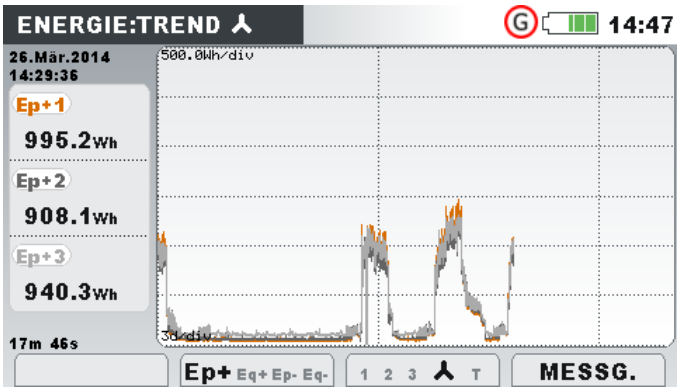


Abbildung 3.28: Bildschirm Energietrend

Tabelle 3.18: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ep+	Verbrauchte (+) Phasen- (Ep_1^+, Ep_2^+, Ep_3^+) oder Gesamt- (Ep_{ges}^+) Wirkenergie
Ep-	Erzeugte (-) Phasen- (Ep_1^-, Ep_2^-, Ep_3^-) oder Gesamt- (Ep_{ges}^-) Wirkenergie
Eq+	Verbrauchte (+), grundfrequente Phasen- (Eq_1^+, Eq_2^+, Eq_3^+) oder Gesamt- (Eq_{ges}^+) Blindenergie
Eq-	Erzeugte (-), grundfrequente Phasen- (Eq_1^-, Eq_2^-, Eq_3^-) oder Gesamt- (Eq_{ges}^-) Blindenergie
Start	Startzeit und -datum des Rekorders
Dauer	Abgelaufene Zeit des Rekorders

Tabelle 3.19: Tasten auf den Energie (TREND)-Bildschirmen

F2	**Ep+** Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die verbrauchte Wirkenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
	Ep+ **Eq+** Ep- Eq-	Zeigt die verbrauchte Blindenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
	Ep+ Eq+ **Ep-** Eq-	Zeigt die erzeugte Wirkenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
	Ep+ Eq+ Ep- **Eq-**	Zeigt die erzeugte Blindenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
F3	**1** 2 3 T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L1.
	1 **2** 3 T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L2.
	1 2 **3** T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L3.
	1 2 3 **T**	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen.
	1 2 3 **T**	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.8 Harmonische / Zwischenharmonische

Harmonische stellen Spannungs- und Stromsignale als eine Summe von Sinuskurven der Netzfrequenz und deren ganzzahligen Vielfachen dar. Eine sinusförmige Welle mit einer Frequenz, die um ein k-faches höher ist, als die Grundfrequenz (k ist eine ganze Zahl), wird Harmonische genannt und ist durch eine Amplitude und eine Phasenverschiebung (Phasenwinkel) gegenüber einem Grundfrequenzsignal gekennzeichnet. Wenn aus einer Signalzerlegung mit der Fourier-Transformation eine Frequenz resultiert, die nicht ein ganzes Vielfaches der Grundfrequenz ist, wird diese Frequenz zwischenharmonische Frequenz genannt und der Anteil mit so einer Frequenz heißt Zwischenharmonische. Für Einzelheiten - siehe 5.1.7.

3.8.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option HARMONISCHE im Untermenü Messungen wird der HARMONISCHE (MESSGERÄT)-Bildschirm angezeigt *(siehe Abbildung unten)*. Auf diesen Bildschirmen werden Harmonische und Zwischenharmonische von Spannung und Strom sowie die THD dargestellt.

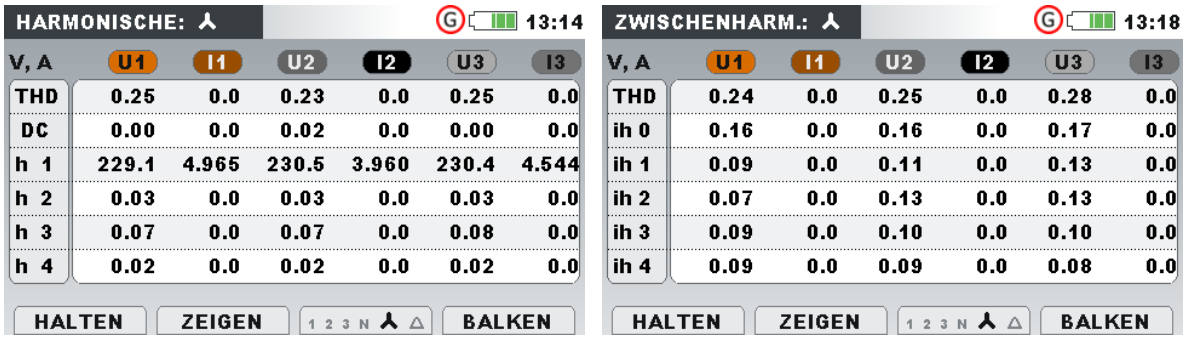


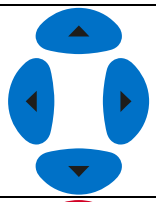
Abbildung 3.29: (MESSGERÄT)-Bildschirme mit den Harmonischen und Zwischenharmonischen

Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den MESSGERÄT-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.20: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

THD	Gesamte harmonische Spannungs-/Stromverzerrung THD_U und THD_I in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V,A.
DC	DC-Anteil von Spannung und Strom in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V,A.
h1 … h50	Spannungs- (Uh_n) oder Stromanteil (Ih_n) der n-ten Harmonischen in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V,A.
ih0 … ih50	Spannungs- (Uih_n) oder Stromanteil (Iih_n) der n-ten Zwischenharmonischen in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V,A.

Tabelle 3.21: Tasten auf den (MESSGERÄT)-Bildschirmen der Harmonischen / Zwischenharmonischen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	**ZEIGEN**	Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um. Wechselt zwischen den Einheiten: - Effektivwert (Volt ,Ampere) - % der grundfrequenten Harmonischen Tasten im Fenster ZEIGEN:  Wählt die Option. ENTER Bestätigt die gewählte Option. ESC Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.
F3		Wählt zwischen Einzelphasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L1.
	1 **2** 3 N Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L2.
	1 2 **3** N Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L3.
	1 2 3 **N** Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für den Neutralkanal.
	1 2 3 N **Y** Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für alle Phasen auf einem einzigen Bildschirm.
	1 2 3 N Y **Δ**	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Leiterspannungen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Leiterspannungen.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.

	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
▲ ▼		Schaltet zwischen den Anteilen der Harmonischen / Zwischenharmonischen um.
📷		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.8.2 Histogramm (Balken)

Der Bildschirm mit den Balken zeigt zwei Balkendiagramme. Das obere Balkendiagramm stellt die Spannungsharmonischen und das untere die Stromharmonischen dar.

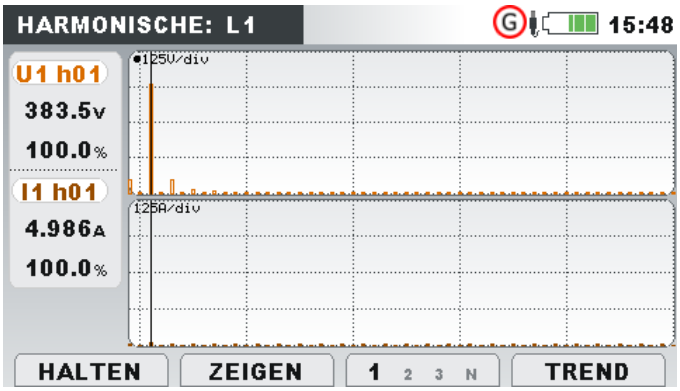


Abbildung 3.30: Bildschirm mit den Histogrammen der Harmonischen

Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den BALKEN-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.22: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ux h01 … h50	Anteil der Spannungsharmonischen/-zwischenharmonischen in V_{RMS} und in % der grundfrequenten Spannung
Ix h01 … h50	Anteil der Stromharmonischen/-zwischenharmonischen in A_{RMS} und in % des grundfrequenten Stroms
Ux DC	DC-Spannung V und in % der grundfrequenten Spannung
Ix DC	DC-Strom in A und in % des grundfrequenten Stroms
Ux THD	Gesamte harmonische Spannungsverzerrung THD_U in V und in % der grundfrequenten Spannung
Ix THD	Gesamte harmonische Stromverzerrung THD_I in A_{RMS} und in % des grundfrequenten Stroms

Tabelle 3.23: Tasten auf den (BALKEN)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.

	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	**ZEIGEN**	Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um. Tasten im Fenster ZEIGEN: ◄ ► Wählt die Option. ENTER Bestätigt die gewählte Option. ESC Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.
F3		Wählt zwischen den Balkendiagrammen der Harmonischen / Zwischenharmonischen für die einzelnen Phasen und den Neutralkanal aus.
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L1.
	1 **2** 3 N	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für den Neutralkanal.
	12 23 31	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L12.
	12 **23** 31	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L23.
	12 23 **31**	Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L31.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
▲ ▼	Skaliert ein angezeigtes Histogramm nach der Amplitude.	
◄ ►	Scrollt den Cursor für die Auswahl eines einzelnen Balkens der Harmonischen / Zwischenharmonischen.	
ENTER	Schaltet den Cursor zwischen Spannungs- und Stromhistogramm hin und her.	
📷	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.8.3 Trend

Während eines aktiven ALLGEMEINEN REKORDERS steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.13). Die Anteile der Spannungs- und Stromharmonischen / -zwischenharmonischen können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT - BALKEN - TREND) beobachtet werden.

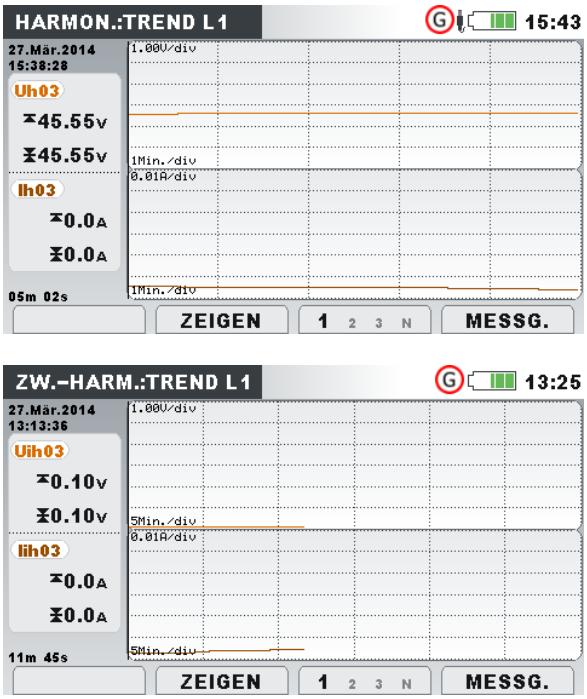
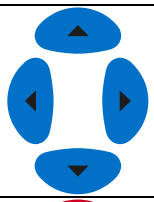


Abbildung 3.31: Bildschirm mit dem Trend der Harmonischen und Zwischenharmonischen

Tabelle 3.24: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

thdU	Maximal- (⧗) und Mittel- (⧖) Wert der gesamten harmonischen Spannungsverzerrung THD_U für die ausgewählte Phase
thdI	Maximal- (⧗) und Mittel- (⧖) Wert der gesamten harmonischen Stromverzerrung THD_I für die ausgewählte Phase
Udc	Maximal- (⧗) und Mittel- (⧖) Wert des DC-Spannungsanteils für die ausgewählte Phase
Idc	Maximal- (⧗) und Mittel- (⧖) Wert des ausgewählten DC-Stromanteils für die ausgewählte Phase
Uh/Uih	Maximal- (⧗) und Mittel- (⧖) Wert des ausgewählten n-ten Anteils der Spannungsharmonischen / -zwischenharmonischen für die ausgewählte Phase
Ih/Iih	Maximal- (⧗) und Mittel- (⧖) Wert des ausgewählten n-ten Anteils der Stromharmonischen / -zwischenharmonischen für die ausgewählte Phase

Tabelle 3.25: Tasten auf den (TREND)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

F2	**ZEIGEN**	Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um. Schaltet die Messeinheiten zwischen Effektivwert (RMS) in V,A oder % der grundfrequenten Harmonischen um. Wählt die Nummer der Harmonischen für die Überwachung aus. Tasten im Fenster ZEIGEN:  Wählt die Option. ENTER Bestätigt die gewählte Option. ESC Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.
F3		Wählt zwischen den Trends der Harmonischen / Zwischenharmonischen für die einzelnen Phasen und den Neutralkanal aus.
	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L1.
	1 **2** 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für den Neutralkanal.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L12.
	12 **23** 31	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L23.
	12 23 **31**	Zeigt die ausgewählten Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phasen L31.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.

ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.9 Flicker

Die Flickermessung misst die menschliche Wahrnehmung des Effekts der Amplitudenmodulation auf die Netzspannung mithilfe einer Glühlampe. Im Menü Flickermessung zeigt das Gerät die gemessenen Flickerparameter. Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (TREND) betrachtet werden. Letztgenannte ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.13. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter - siehe Abschnitt 5.1.8.

3.9.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option FLICKER im Untermenü MESSUNGEN wird der tabellarische Bildschirm FLICKER angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

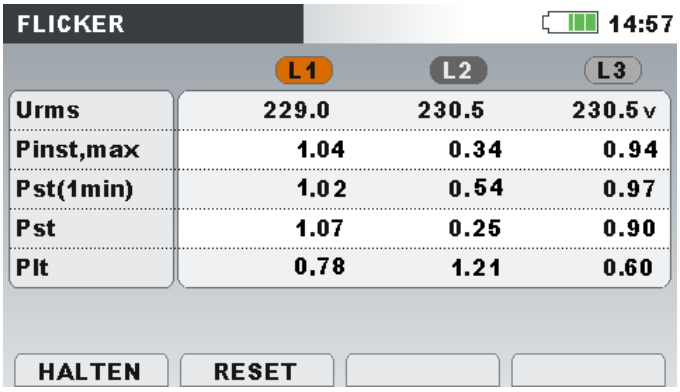


Abbildung 3.32: Bildschirm mit Flickertabelle

Die Beschreibungen der Symbole und Abkürzungen, die auf dem Bildschirm MESSGERÄT verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt. Beachten Sie, dass die Flickermessintervalle mit der Echtzeituhr synchronisiert werden und daher in Minuten-, 10-Minuten und 2-Stundenintervallen aktualisiert werden.

Tabelle 3.26: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Urms	Echter Effektivwert U_1, U_2, U_3, U_{12}, U_{23}, U_{31}
Pinst,max	Maximaler momentaner Flicker für jede Phase, alle 10 Sekunden aktualisiert
Pst(1min)	Kurzzeitflicker (1 min) P_{st1min} für jede Phase, in der letzten Minute gemessen
Pst	Kurzzeitflicker (10 min) P_{st} für jede Phase, in den letzten 10 Minuten gemessen
Plt	Langzeitflicker (2 h) P_{st} für jede Phase, in den letzten 2 Stunden gemessen

Tabelle 3.27: Tasten auf dem Flicker (MESSGERÄT)-Bildschirm

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.9.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.13). Die Flickerparameter können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT - TREND) beobachtet werden. Beachten Sie, dass die Aufzeichnungsintervalle des Flickermessgeräts in der Norm IEC 61000-4-15 festgelegt sind. Deshalb arbeitet das Flickermessgerät unabhängig vom Aufzeichnungsintervall, das in ALLGEMEINER REKORDER gewählt wurde.

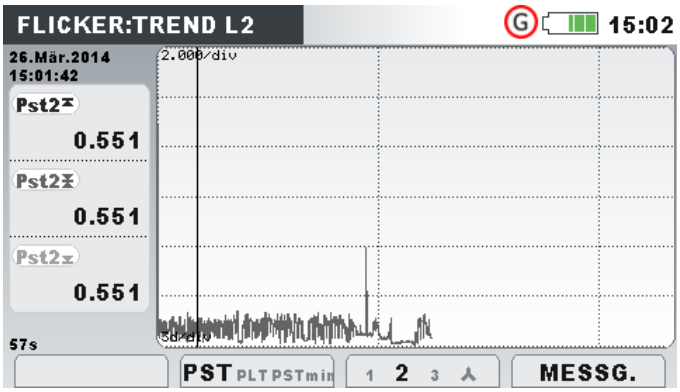


Abbildung 3.33: Bildschirm mit dem Flickertrend

Tabelle 3.28: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Pst1m1, Pst1m2, Pst1m3, Pst1m12, Pst1m23, Pst1m31	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert des 1-Minuten-Kurzeitflickers $P_{st(1min)}$ für die Phasenspannungen U_1, U_2, U_3 oder Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}
Pst1, Pst2, Pst3, Pst12, Pst23, Pst31	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert des 10-Minuten-Kurzeitflickers P_{st} für die Phasenspannungen U_1, U_2, U_3 oder Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}
Plt1, Plt2, Plt3, Plt12, Plt23, Plt31	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (▼) Wert des 2-Stunden-Langzeitflickers P_{lt} für die Phasenspannungen U_1, U_2, U_3 oder Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}

Tabelle 3.29: Tasten auf den Flicker (TREND)-Bildschirmen

		Wählt zwischen folgenden Optionen:
F2	**PST** PLT PSTmin	Zeigt den 10-Minuten-Kurzzeitflicker P_{st}.
	PST **PLT** PSTmin	Zeigt den Langzeitflicker P_{lt}.an.
	PST PLT **PSTmin**	Zeigt den 1-Minuten-Kurzzeitflicker P_{st1min}.
		Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus:
F3	**1** 2 3 ⅄	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L1.
	1 **2** 3 ⅄	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L2.
	1 2 **3** ⅄	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L3.
	1 2 3 ⅄	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für alle Phasen an (nur Mittelwert).
	12 23 31 Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phasen L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phasen L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phasen L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für alle Phasen an (nur Mittelwert).
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.

	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.10 Phasendiagramm

Das Phasendiagramm stellt grafisch die grundfrequenten Spannungen, Ströme und Phasenwinkel des Netzes dar. Es wird nachdrücklich empfohlen, sich dieses vor den Messungen anzuschauen, um den Anschluss des Gerätes zu überprüfen. Beachten Sie, dass die meisten problematischen Messungen von einem falsch angeschlossenen Gerät herrühren (für die empfohlene Messpraktik - siehe 4.1). Auf dem Bildschirm des Phasendiagramms sind zu sehen:

- die grafische Darstellung der Phasenvektoren für Spannung und Strom des vermessenen Systems,
- die Unsymmetrie des vermessenen Systems.

3.10.1 Phasendiagramm

Beim Öffnen der Option PHASENDIAGRAMM im Untermenü MESSUNGEN wird der folgende Bildschirm angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

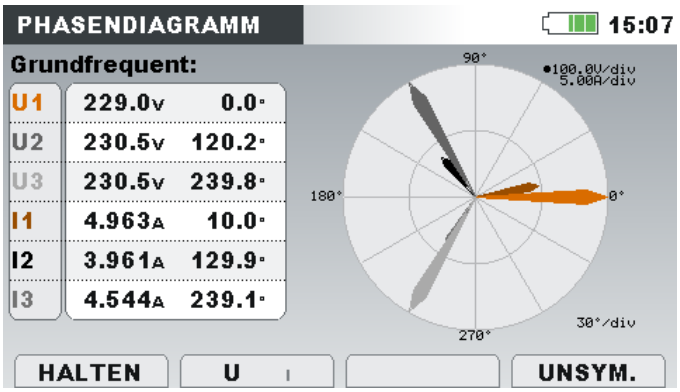


Abbildung 3.34: Bildschirm des Phasendiagramms

Tabelle 3.30: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3	Grundfrequente Spannungen $Ufund_1$, $Ufund_2$, $Ufund_3$ mit relativem Phasenwinkel zu $Ufund_1$
U12, U23, U31	Grundfrequente Spannungen $Ufund_{12}$, $Ufund_{23}$, $Ufund_{31}$ mit relativem Phasenwinkel zu $Ufund_{12}$
I1, I2, I3	Grundfrequente Ströme $Ifund_1$, $Ifund_2$, $Ifund_3$ mit relativem Phasenwinkel zu $Ufund_1$ oder $Ufund_{12}$

Tabelle 3.31: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Phasendiagramm

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.

F2	**U** I U **I**	Wählt die Spannung für das Skalieren aus (mit den Cursors). Wählt den Strom für das Skalieren aus (mit den Cursors).
F4	**MESSG.**	Schaltet zur Ansicht PHASENDIAGRAMM.
	UNSYM.	Schaltet zur Ansicht UNSYMMETRIEDIAGRAMM.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
▲ ▼	Skaliert die Spannungs- oder Stromphasoren.	
	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.10.2 Unsymmetriediagramm

Das Unsymmetriediagramm stellt die Strom- und Spannungsunsymmetrie des vermessenen Systems dar. Die Unsymmetrie wächst, wenn die Effektivwerte oder Phasenwinkel zwischen den aufeinander folgenden Phasen nicht gleich sind. Das Diagramm ist in der Abbildung unten dargestellt.

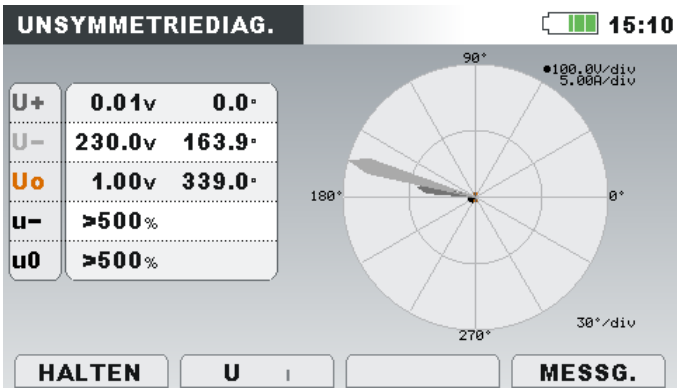


Abbildung 3.35: Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm

Tabelle 3.32: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U0 I0	Nullkomponente der Spannung U^0 Nullkomponente des Stroms I^0
U+ I+	Mitkomponente der Spannung U^+ Mitkomponente des Stroms I^+
U- I-	Gegenkomponente der Spannung U^- Gegenkomponente des Stroms I^-
u- i-	Gegenspannungsanteil u^- Gegenstromanteil i^-
u0 i0	Nullspannungsanteil u^0 Nullstromanteil i^0

Tabelle 3.33: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	**U** I	Zeigt die Messung der Spannungsunsymmetrie an und wählt die Spannung fürs Skalieren (mit den Cursors) aus
	I U	Zeigt die Messung der Stromunsymmetrie an und wählt den Strom fürs Skalieren (mit den Cursors) aus
F4	**MESSG.**	Schaltet zur Ansicht PHASENDIAGRAMM.
	UNSYM.	Schaltet zur Ansicht UNSYMMETRIEDIAGRAMM.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
▲▼	Skaliert die Spannungs- oder Stromphasoren.	
📷	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.10.3 Trend der Unsymmetrie

Während einer aktiven Aufzeichnung der UNSYMMETRIE steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.13).

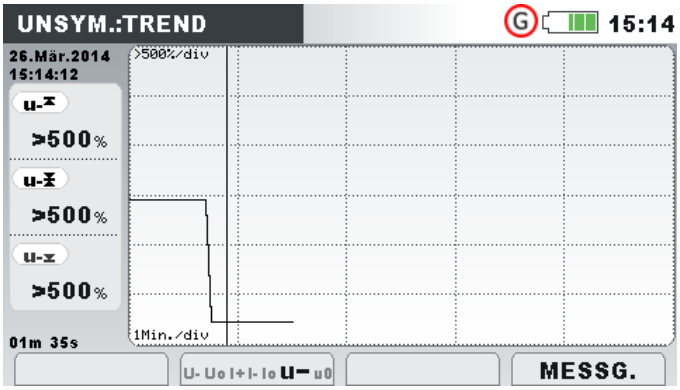


Abbildung 3.36: Bildschirm mit dem Symmetrietrend

Tabelle 3.34: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

u-	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des Gegenspannungsanteils u-
u0	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des Nullspannungsanteils u^0
i-	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des Gegenstromanteils i-
i0	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Wert des Nullstromanteils i^0

U+	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Mitspannungswert U^+
U-	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Gegenspannungswert U^-
U0	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Nullspannungswert U^0
I+	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Mitstromwert I^+
I-	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Gegenstromwert I^-
I0	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧖) und minimaler (⧗) Nullstromwert I^0

Tabelle 3.35: Tasten auf den Bildschirmen mit den Unsymmetrietrends

F2	**U+** U- U0 I+ I- I0 u+ u0 i+ i0	Zeigt die ausgewählte Messung der Spannungs- und Stromunsymmetrie (U^+, U^-, U^0, I^+, I^-, I^0, u^-, u^0, i^-, i^0).
F4	**MESSG.**	Schaltet zur Ansicht PHASENDIAGRAMM.
	UNSYM.	Schaltet zur Ansicht UNSYMMETRIEDIAGRAMM.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
◀ ▶	Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.11 Temperatur

Das Gerät Power Master ist in der Lage, mit dem Temperaturfühler A 1354 Temperaturen zu messen und aufzuzeichnen. Die Temperatur wird in Grad Celsius und Fahrenheit ausgegeben. Anleitungen zum Start der Aufzeichnung finden Sie in den nächsten Abschnitten. Wie der Neutraleingang der Stromzange mit dem Temperaturfühler vorbereitet wird, erfahren Sie im Abschnitt 4.2.4.

3.11.1 Messgerät

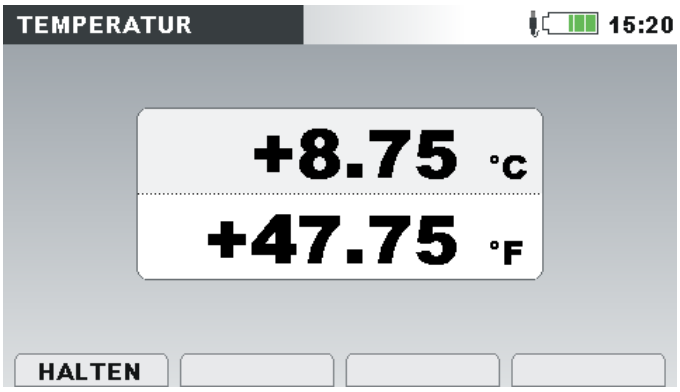


Abbildung 3.37: Bildschirm der Temperaturmessung

Tabelle 3.36: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

^{0}C	Aktuelle Temperatur in Grad Celsius
^{0}F	Aktuelle Temperatur in Grad Fahrenheit

Tabelle 3.37: Tasten auf dem Bildschirm mit den Temperaturmessungen

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.11.2 Trend

Die Ansicht TREND der Temperaturmessung kann während der laufenden Aufzeichnung angeschaut werden. Aufzeichnungen mit Temperaturmessungen können von der Speicherliste und unter Verwendung der PC-Software PowerView v3.0 angesehen werden.

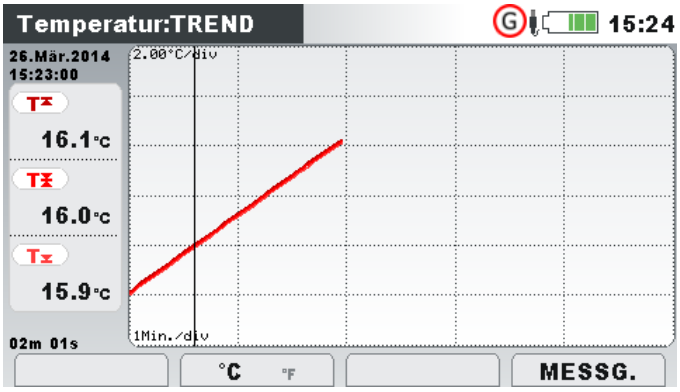


Abbildung 3.38: Bildschirm mit dem Temperaturtrend

Tabelle 3.38: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

T:	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (⧗) Temperaturwert für das letzte aufgezeichnete Zeitintervall (IP)

Tabelle 3.39: Tasten auf den Bildschirmen mit den Temperaturtrends

F2	**°C** °F	Zeigt die Temperatur in Grad Celsius.
	°C **°F**	Zeigt die Temperatur in Grad Fahrenheit.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.12 Netzsignale

Die Netzsignalspannung, in bestimmten Anwendungen „Rundsteuersignal“ genannt, ist eine Anhäufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit der industrielle Ausrüstungen, Ertragsmessgeräte und andere Vorrichtungen fern bedient werden. Vor den Netzsignalmessungen muss der Benutzer die Signalfrequenzen im Menü „Netzsig.einrichtung“ einstellen (siehe Abschnitt 3.19.4).

Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (TREND) betrachtet werden. Letztgenannte ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.13. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter - siehe Abschnitt 5.1.8.

3.12.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option NETZSIGNALE im Untermenü MESSUNGEN wird der tabellarische Bildschirm NETZSIGNALE angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

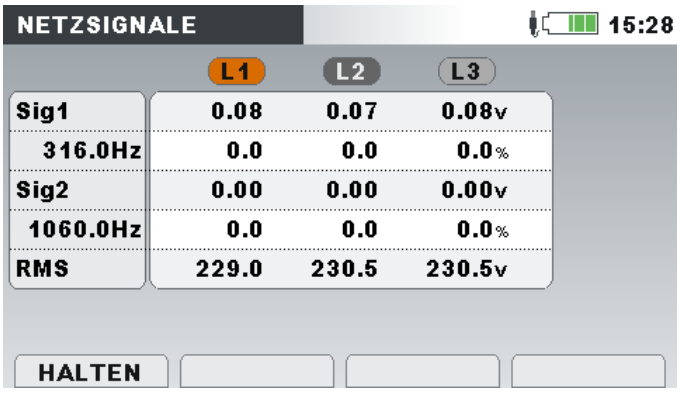


Abbildung 3.39: Bildschirm für die Messung der Netzsignale

Die Beschreibungen der Symbole und Abkürzungen, die auf dem Bildschirm MESSGERÄT verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.40: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Sig1 316,0 Hz	Echter Effektivwert der Signalspannung (U_{Sig1}, U_{Sig2}, U_{Sig3}, U_{Sig12}, U_{Sig23}, U_{Sig31}) für eine benutzerspezifische Trägerfrequenz (316,0 Hz im abgebildeten Beispiel), ausgedrückt in Volt oder Prozent von der grundfrequenten Spannung
Sig2 1060,0 Hz	Echter Effektivwert der Signalspannung (U_{Sig1}, U_{Sig2}, U_{Sig3}, U_{Sig12}, U_{Sig23}, U_{Sig31}) für eine benutzerspezifische Trägerfrequenz (1060,0 Hz im abgebildeten Beispiel), ausgedrückt in Volt oder Prozent von der grundfrequenten Spannung
RMS	Echter Effektivwert der Phasen- oder Leiterspannung U_{Rms} (U_1, U_2, U_3, U_{12}, U_{23}, U_{31})

Tabelle 3.41: Tasten auf dem Netzsignale (MESSGERÄT)-Bildschirm

F1	**HALTEN**	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.	
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.12.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.13). Die Parameter für die Netzsignale können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT - TREND) beobachtet werden.

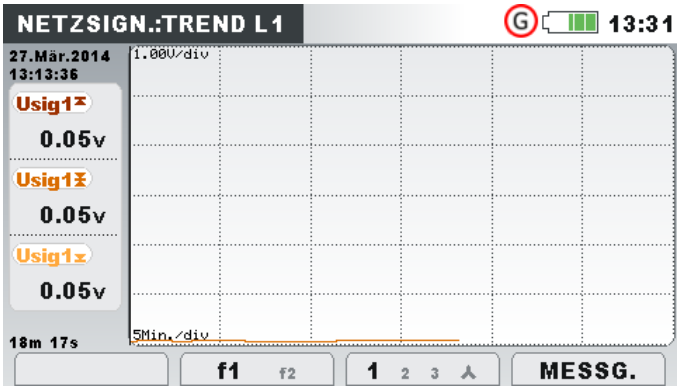


Abbildung 3.40: Bildschirm mit dem Trend der Netzsignale

Tabelle 3.42: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Usig1, Usig2, Usig3, Usig12, Usig23, Usig31	Maximaler (⧗), durchschnittlicher (⧗) und minimaler (⧗) Wert der (U_{Sig1}, U_{Sig2}, U_{Sig3}, U_{Sig12}, U_{Sig23}, U_{Sig31}) Signalspannung für eine benutzerspezifische Sig1/Sig2-Frequenz (im abgebildeten Beispiel Sig1 = 316,0 Hz /

	Sig2 = 1060,0 Hz).
14.Nov.2013 13:50:00	Zeitstempel des Zeitintervalls (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
22h 25m 00s	Aktuelle Zeit des ALLGEMEINEN REKORDERS (Tage Stunden:Minuten:Sekunden)

Tabelle 3.43: Tasten auf dem Netzsignale (TREND)-Bildschirm

F2		Wählt zwischen folgenden Optionen:
	f1 f2	Zeigt die Signalspannung für eine benutzerspezifische Netzsignalfrequenz (Sig1).
	f1 **f2**	Zeigt die Signalspannung für eine benutzerspezifische Netzsignalfrequenz (Sig2).
F3		Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus:
	1 2 3	Zeigt die Netzsignale für die Phase 1
	1 **2** 3	Zeigt die Netzsignale für die Phase 2
	1 2 **3**	Zeigt die Netzsignale für die Phase 3
	1 2 3	Zeigt die Netzsignale für alle Phasen an (nur Mittelwert)
	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Netzsignale für alle Leiterspannungen (nur Mittelwert).
F4	**MESSG.**	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.13 Allgemeiner Rekorder

Das Power Master kann die gemessenen Daten im Hintergrund aufzeichnen. Durch Öffnen der Option ALLGEMEINER REKORDER im Untermenü REKORDER können die Parameter für den Rekorder benutzerspezifisch eingestellt werden, um die Kriterien für Intervall und Signalanzahl für die aufgezeichnete Kampagne zu erfüllen. Folgender Bildschirm wird angezeigt:

Abbildung 3.41: Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders

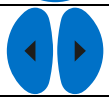
Die folgende Tabelle gibt eine Beschreibung der Einstellungen des Allgemeinen Rekorders wieder:

Tabelle 3.44: Beschreibung der Einstellungen des Allgemeinen Rekorders und der Bildschirmsymbole

G	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser
G	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft
Intervall	Wählt das Aggregationsintervall für den Allgemeinen Rekorder. Je kleiner das Intervall ist, umso mehr Messungen werden für dieselbe Aufzeichnungsdauer verwendet.
Schließt Ereign. ein	Wählt aus, ob Ereignisse in die Aufzeichnung mit einbezogen werden.
Schließt Alarm ein	Wählt aus, ob Alarme in die Aufzeichnung mit einbezogen werden.
Startzeit	Legt die Startzeit der Aufzeichnung fest: • Manuell - Drücken der Funktionstaste F1 • Zu einer festgelegten Zeit und einem festgelegten Datum.

Tabelle 3.45: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders

F1	**START** **STOPP**	Startet den Rekorder. Stoppt den Rekorder.
ENTER	Öffnet die Einstellung von Startzeit/-datum.	
	Tasten im Fenster zur Einstellung der Startzeit:	
		Wählt den zu ändernden Parameter aus.
		Verändert den Parameter.

ENTER	Bestätigt die gewählte Option.
ESC	Verlässt das Fenster zur Einstellung der Startzeit ohne Änderungen.
	Wählt den zu ändernden Parameter aus.
	Verändert den Parameter.
ESC	Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.14 Wellenform/Einschaltspitzen-Rekorder

Das Aufzeichnen der Wellenform ist ein leistungsfähiges Werkzeug für die Fehlerbeseitigung und die Erfassung der Wellenformen und Einschaltspitzen bei Spannung und Strom. Der Wellenform-Rekorder speichert eine festgelegte Anzahl an Spannungs- und Stromperioden beim Eintreten eines Auslösers. Jede Aufzeichnung besteht aus einem Vor-Auslöseintervall (vor Auslösung) und einem Nach-Auslöseintervall (nach Auslösung).

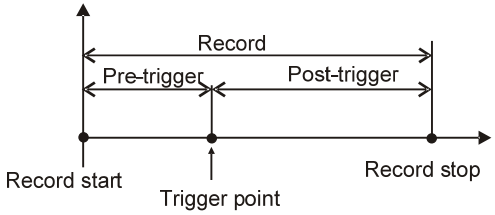


Abbildung 3.42: Auslösung der Wellenformaufzeichnung

3.14.1 Einstellungen

Durch Öffnen des WELLENFORM-REKORDERS im Untermenü REKORDER wird folgender Bildschirm angezeigt:

Abbildung 3.43: Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders

Tabelle 3.46: Beschreibung der Einstellungen des Wellenform-Rekorders und der Bildschirmsymbole

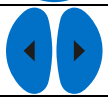
W	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser

W	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft
Auslöser	Einstellung der Auslösequelle: • **Ereignisse** – Auslösung durch ein Spannungsereignis (siehe 3.19.2); • **Alarme** – Auslösung durch eine Alarmaktivierung (siehe 3.19.3); • **Ereign.& Alarme** – Auslösung durch einen Alarm oder ein Ereignis • **Niveau U** – Auslösung durch ein Spannungsniveau; • **Niveau I** – Auslösung durch ein Stromniveau (Einschaltspitze).
Niveau*	Spannungs- oder Stromniveau, das die Aufzeichnung auslöst, in % von der Nennspannung oder dem Nennstrom und in (V oder A)
Flanke*	• **Steigen** – Auslösung erfolgt nur, wenn die Spannung oder der Strom über das vorgegebene Niveau steigt • **Fallen** – Auslösung erfolgt nur, wenn die Spannung oder der Strom unter das vorgegebene Niveau fällt • **Beliebig** – Auslösung erfolgt, wenn die Spannung oder der Strom über das vorgegebene Niveau steigt oder unter dieses fällt
Dauer	Aufzeichnungsdauer.
Vorauslöser	Aufgezeichnetes Intervall, bevor die Auslösung erfolgt.
Aufzeichnungsmodus	Einstellung des Aufzeichnungsmodus: • **Einfach** – die Aufzeichnung der Wellenform endet nach dem ersten Auslöser; • **Fortlaufend** – fortlaufende Aufzeichnung der Wellenform, bis der Benutzer die Messung beendet oder auf dem Gerät kein freier Speicher mehr verfügbar ist. Jede fortlaufende Wellenformaufzeichnung wird als eine separate Aufzeichnung behandelt. Es können maximal 200 Aufzeichnungen erfolgen.

* Nur verfügbar, wenn der Niveau U- oder Niveau I-Auslöser ausgewählt wurde.

Tabelle 3.47: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders

F1	**START** **STOPP**	Startet die Wellenformaufzeichnung. Stoppt die Wellenformaufzeichnung. ***Hinweis:*** Wenn der Benutzer den Stopp des Wellenform-Rekorders erzwingt, bevor ein Auslöser eintritt, werden keine Daten aufgezeichnet. Eine Datenaufzeichnung erfolgt nur, wenn der Auslöser aktiviert ist.
F2	**AUSL.**	Erzeugt manuell die Auslösebedingung und startet die Aufzeichnung.
F4	**OSZILL**	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP. (Nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).

	Wählt den zu ändernden Parameter aus.
	Verändert den Parameter.
ESC	Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.14.2 Erfassen der Wellenform

Der folgende Bildschirm erscheint, wenn der Benutzer zur Ansicht OSZILLOSKOP umschaltet.

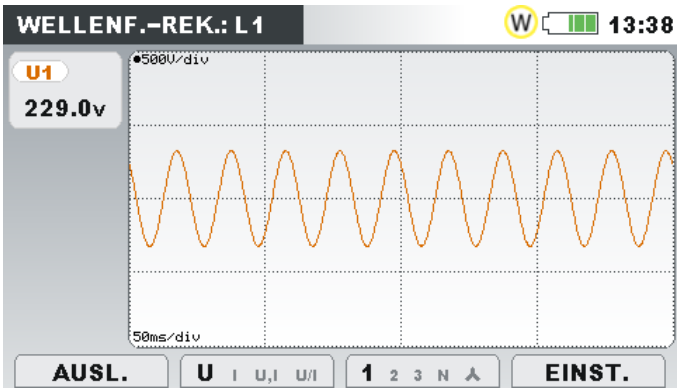


Abbildung 3.44: Erfassungsbildschirm des Wellenform-Rekorders

Tabelle 3.48: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

W	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser
W	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft
U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert der Phasenspannung: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Phase-Phase (Leiter)-Spannung: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert des Stroms: I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}

Tabelle 3.49: Tasten auf dem Erfassungsbildschirm des Wellenform-Rekorders

F1	**AUSL.**	Erzeugt manuell die Auslösebedingung (nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).
F2		Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen:
	U I U,I U/I	Zeigt die Wellenform der Spannung.
	U **I** U,I U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U I **U,I** U/I	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in einem einzigen Diagramm an.
	U I U,I **U/I**	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in separaten Diagrammen an.
F3	**1** 2 3 N	Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus: Zeigt die Wellenformen für die Phase L1.

	1 **2** 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt die Wellenformen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Wellenformen für alle Leiterspannungen.
F4	**EINST.**	Wechselt zur Ansicht EINSTELLUNGEN. (Nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).
ENTER		Wählt aus, welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U,I oder U/I).
▲ ▼		Stellt den vertikalen Zoom ein.
◀ ▶		Stellt den horizontalen Zoom ein.
ESC		Kehrt zum Einstellbildschirm für den „WELLENFORM-REKORDER“ zurück.

3.14.3 Erfasste Wellenform

Erfasste Wellenformen können im Menü Speicherliste angesehen werden.

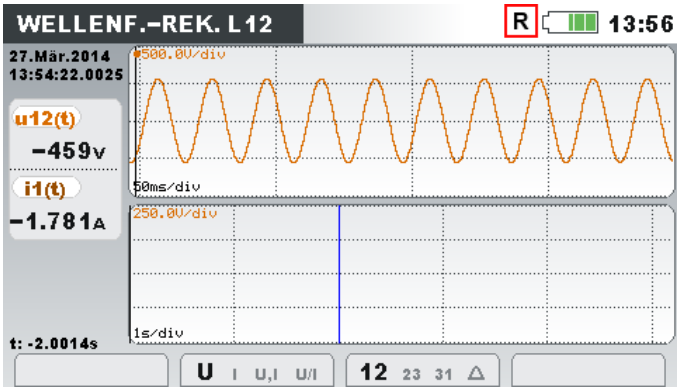


Abbildung 3.45: Rekorderbildschirm mit erfasster Wellenform

Tabelle 3.50: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

R	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Speicher abgerufen
t:	Cursor-Position in Sekunden (in Bezug auf die Auslösezeit - blaue Linie in der Grafik)
u1(t), u2(t), u3(t), un(t)	Abtastwerte der Phasenspannungen U_1, U_2, U_3, U_N.
u12(t), u23(t), u31(t)	Abtastwerte der Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}.
i1(t), i2(t), i3(t), in(t)	Abtastwerte der Phasenströme I_1, I_2, I_3, I_N.
U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert der Halbzyklus-Phasenspannung $U_{Rms½}$
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Halbzyklus-Leiterspannung $U_{Rms½}$
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert des Halbzyklusstroms $I_{Rms½}$

Tabelle 3.51: Tasten auf den Rekorderbildschirmen mit erfasster Wellenform

F2		Wählt zwischen folgenden Optionen:
	U I U,I U/I	Zeigt die Wellenform der Spannung.
	U **I** U,I U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U I **U,I** U/I	Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Einfach-Modus).
	U I U,I **U/I**	Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Dual-Modus).
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L1.
	1 **2** 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt die Wellenformen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt alle Phase-Phase-Wellenformen.
▲ ▼		Stellt den vertikalen Zoom ein.
◀ ▶		Bewegt den Cursor.
ENTER		Schaltet zwischen dem Abtastwert und dem echtem, effektiven Halbzykluswert an der Cursor-Position um. Schaltet den Cursor zwischen Spannung und Strom um (nur in U, I oder U/I).
ESC		Kehrt zum Untermenü „SPEICHERLISTE“ zurück.

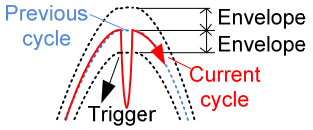
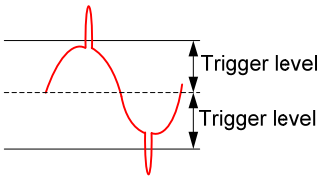
3.15 Transienten-Rekorder

Transiente ist ein Begriff für eine **kurze, stark gedämpfte**, momentane Spannungs- oder Stromstörung. Eine Transientenaufzeichnung erfolgt mit der 51,2 kHz-Abtastrate. Das Messprinzip ist das Gleiche wie bei der Wellenformaufzeichnung, aber mit einer 10 Mal höheren Abtastrate (1024 Abtastungen pro Periode). Im Gegensatz zur Wellenformaufzeichnung, bei der die Aufzeichnung aufgrund der Effektivwerte ausgelöst wird, basiert der Auslöser beim Transienten-Rekorder auf den Abtastwerten.

3.15.1 Einstellungen

Abbildung 3.46: Bildschirm mit den Einstellungen des Transienten-Rekorders

Tabelle 3.52: Beschreibung der Einstellungen des Transienten-Rekorders und der Bildschirmsymbole

	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser
	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft
Ausl. (Hüllkurve)	Der Auslösewert basiert auf einer Hüllkurve, in deren Bereich die Spannung erwartet wird. Als Referenz wird die Wellenform der Spannung vom vorherigen Zyklus herangezogen. Wenn die aktuelle Abtastung sich nicht innerhalb der Hüllkurve befindet, erfolgt eine Auslösung. Für Einzelheiten - siehe 5.1.16. 
Niveau	Spannungsniveau der Hüllkurve
Auslöser (Niveau U)	Es erfolgt eine Auslösung, wenn eine beliebige Abtastung größer ist, als das festgelegte, absolute Auslöseniveau. Für Einzelheiten - siehe 5.1.16. 
Niveau	Absolutes Auslöseniveau in der Spannung
Dauer	Aufzeichnungsdauer.
Vorauslöser	Aufgezeichnete Intervalle, bevor die Auslösung erfolgt.
Aufzeichnungsmodus	Einstellung des Aufzeichnungsmodus: • **Einfach** – die Aufzeichnung der Transienten endet nach dem ersten Auslöser • **Fortlaufend** – fortlaufende Aufzeichnung der Transienten, bis der Benutzer die Messung beendet oder auf dem Gerät kein freier Speicher

	mehr verfügbar ist. Jede fortlaufende Transientenaufzeichnung wird als separate Aufzeichnung behandelt. Es können maximal 200 Aufzeichnungen erfolgen.

Tabelle 3.53: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Transienten-Rekorders

F1	**START** **STOPP**	Startet den Transienten-Rekorder. Stoppt den Transienten-Rekorder. ***Hinweis:*** Wenn der Benutzer den Stopp des Transienten-Rekorders erzwingt, bevor ein Auslöser eintritt, werden keine Daten aufgezeichnet. Eine Datenaufzeichnung erfolgt nur, wenn der Auslöser aktiviert ist.
F2	**AUSL.**	Erzeugt manuell die Auslösebedingung und startet die Aufzeichnung.
F4	**OSZILL**	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP (*nur aktiv, wenn eine Aufzeichnung läuft*).
▲ ▼		Wählt den zu ändernden Parameter aus.
◀ ▶		Verändert den Parameter.
ESC		Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.15.2 Erfassen der Transienten

Nach dem Start des Transienten-Rekorders wartet das Gerät auf das Eintreten eines Auslösers. Dies ist in der Statusleiste ersichtlich, wo das Icon (T) dargestellt ist. Wenn die Auslösebedingungen erfüllt sind, startet die Aufzeichnung.

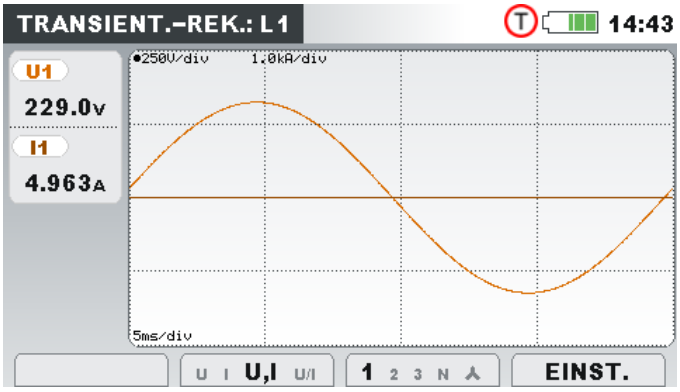


Abbildung 3.47: Erfassungsbildschirm des Transienten-Rekorders

Tabelle 3.54: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

(T)	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser
(T)	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft

U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert der Phasenspannung: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Leiterspannung: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert des Stroms: I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}

Tabelle 3.55: Tasten auf dem Erfassungsbildschirm des Transienten-Rekorders

F1	**AUSL.**	Erzeugt manuell die Auslösebedingung (nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).
F2		Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen:
	U I U,I U/I	Zeigt die Wellenform der Spannung.
	U **I** U,I U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U I **U,I** U/I	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in einem einzigen Diagramm an.
	U I U,I **U/I**	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in separaten Diagrammen an.
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L1.
	1 **2** 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt die Wellenformen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Wellenformen für alle Leiterspannungen.
F4	**EINST.**	Wechselt zur Ansicht EINSTELLUNGEN (*nur aktiv, wenn eine Aufzeichnung läuft*).
▲ ▼		Stellt den vertikalen Zoom ein.
ENTER		Wählt aus, welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U,I oder U/I).
ESC		Kehrt zum Einstellbildschirm für den „TRANSIENTEN-REKORDER“ zurück.

3.15.3 Erfasste Transienten

Die erfassten Transientenaufzeichnungen können von der Speicherliste betrachtet werden, wo erfasste Wellenformen analysiert werden können. Das Auftreten von Auslösern wird mit der blauen Linie markiert, während die Linie der Cursorposition schwarz markiert ist.

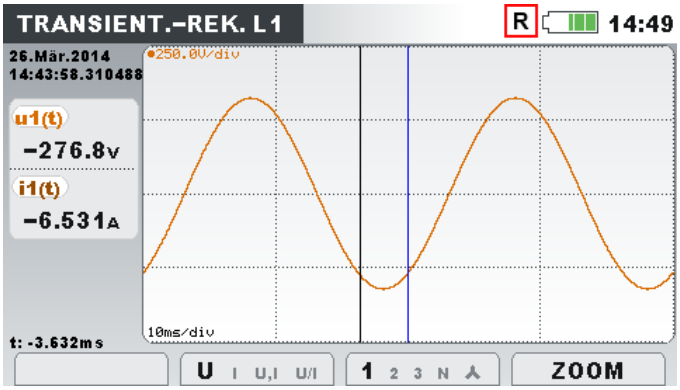


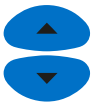
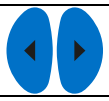
Abbildung 3.48: Rekorderbildschirm mit erfasster Transiente

Tabelle 3.56: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

R	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Speicher abgerufen
t:	Cursor-Position in Bezug auf die Auslösezeit (blaue Linie in der Grafik)
u1(t), u2(t), u3(t), un(t)	Abtastwerte der Phasenspannungen U_1, U_2, U_3, U_N.
u12(t), u23(t), u31(t)	Abtastwerte der Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}.
i1(t), i2(t), i3(t), in(t)	Abtastwerte der Phasenströme I_1, I_2, I_3, I_N.

Tabelle 3.57: Tasten auf den Erfassungsbildschirmen des Transienten-Rekorders

F2		Wählt zwischen folgenden Optionen:
	U I U,I U/I	Zeigt die Wellenform der Spannung.
	U **I** U,I U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U I **U,I** U/I	Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Einfach-Modus).
	U I U,I **U/I**	Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Dual-Modus).
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L1.
	1 **2** 3 N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt die Wellenformen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt die Wellenformen für alle Leiterspannungen.
F4	**ZOOM**	Stellt den horizontalen Zoom ein

	Stellt den vertikalen Zoom ein.
	Bewegt den Cursor.
ENTER	Schaltet den Cursor zwischen Spannung und Strom um (nur in U, I oder U/I).
ESC	Kehrt zum Untermenü „SPEICHERLISTE“ zurück.

3.16 Ereignistabelle

In dieser Tabelle werden erfasste Spannungseinbrüche, -überhöhungen und -unterbrechungen angezeigt. Beachten Sie, dass die Ereignisse erst nach ihrem Ende in der Tabelle erscheinen, wenn die Spannung auf den normalen Wert zurückgekehrt ist. Alle Ereignisse können gemäß IEC 61000-4-30 gruppiert werden. Zusätzlich können die Ereignisse zu Zwecken der Fehlerbeseitigung pro Phase separiert werden. Hierzu wird mit der Funktionstaste F1 umgeschaltet.

Gruppenansicht

In dieser Ansicht sind die Spannungsereignisse gemäß IEC 61000-4-30 in Gruppen unterteilt (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.11). Die Tabelle, in der die Ereignisse zusammengefasst sind, ist unten dargestellt. Jede Zeile in der Tabelle stellt ein Ereignis dar und enthält die Ereignisnummer, die Startzeit des Ereignisses, die Dauer und das Niveau. Zusätzlich werden in der Spalte „T“ die Ereignismerkmale (Art) angezeigt (für Einzelheiten - siehe Tabelle unten).

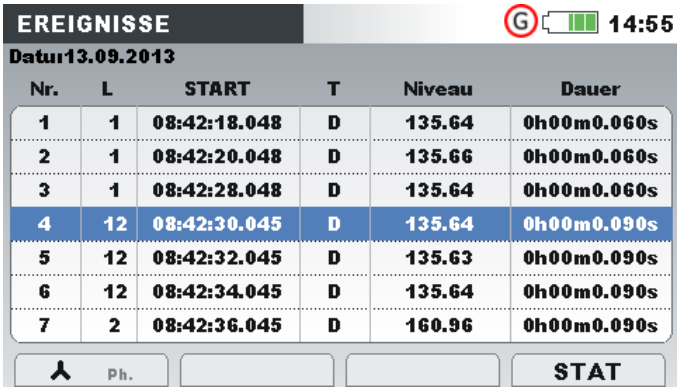


Abbildung 3.49: Bildschirm mit der Gruppenansicht der Spannungsereignisse

Durch Drücken der Taste „ENTER“ bei einem bestimmten Ereignis können wir die Einzelheiten zum Ereignis untersuchen. Das Ereignis ist nach Phasenereignissen unterteilt, die nach Startzeit sortiert sind.

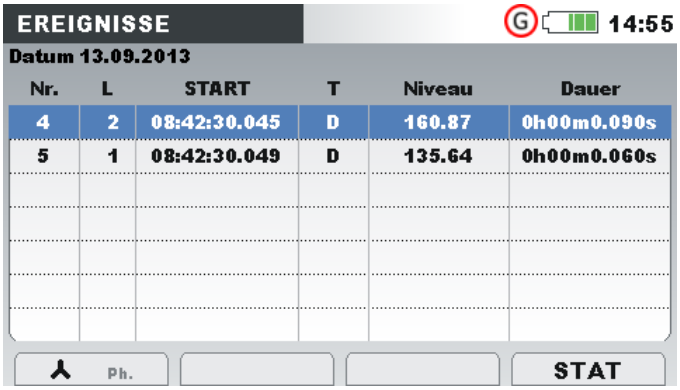


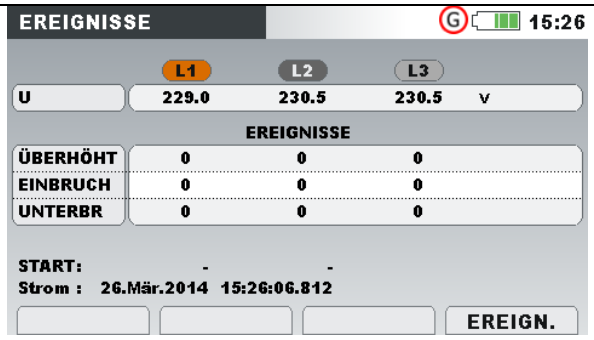
Abbildung 3.50: Bildschirm mit der Detailansicht zu den Spannungsereignissen

Tabelle 3.58: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Datum	Datum, als das ausgewählte Ereignis eintrat
Nr.	Eindeutige Ereignisnummer (ID)
L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Ereignis auf Phase U_1 2 – Ereignis auf Phase U_2 3 – Ereignis auf Phase U_3 12 – Ereignis bei der Spannung U_{12} 23 – Ereignis bei der Spannung U_{23} 31 – Ereignis bei der Spannung U_{31} **Hinweis:** Diese Anzeige wird nur in den Ereignisdetails dargestellt, da ein gruppiertes Ereignis viele Phasenereignisse haben kann.
Start	Startzeit des Ereignisses (wenn der erste $U_{Rms½}$ -Wert den Schwellenwert passiert).
T	Kennzeichnet die Art des Ereignisses oder Übergangs: E – Einbruch U – Unterbrechung Ü – Überhöhung
Niveau	Minimal- oder Maximalwert im Ereignis U_{Einbr}, U_{Unterb}, $U_{Überh}$
Dauer	Ereignisdauer.

Tabelle 3.59: Tasten auf dem Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht

F1	Ph	Es wird die Gruppenansicht angezeigt. Drücken, um zur Ansicht „PHASE“ zu wechseln.
	Ph	Es wird Ansicht Phasenansicht dargestellt. Drücken, um zur Ansicht „GRUPPE“ zu wechseln.
F4	**STAT**	Zeigt die Ereignisstatistiken.



EREIGNISSE	Kehrt zur Ansicht „EREIGNISSE“ zurück.
	Wählt das Ereignis aus.
ENTER	Öffnet die Ansicht der Ereignisdetails.
ESC	Kehrt zum Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht zurück. Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Phasenansicht

In dieser Ansicht sind die Spannungsereignisse nach Phasen getrennt. Diese Ansicht ist besonders bei der Fehlerbeseitigung zweckdienlich. Außerdem kann der Benutzer Filter anwenden, um nur einen bestimmten Ereignistyp auf einer speziellen Phase zu überwachen. Die erfassten Ereignisse werden in einer Tabelle dargestellt, in der jede Zeile ein Phasenereignis enthält. Jedes Ereignis hat eine Ereignisnummer, Ereignisstartzeit, Dauer und ein Niveau. Zusätzlich wird in der Spalte „T“ die Ereignisart angezeigt (für Einzelheiten - siehe die Tabelle unten).

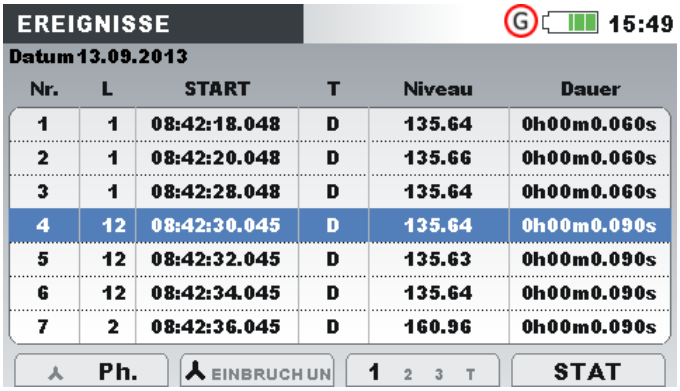


Abbildung 3.51: Bildschirm mit den Spannungsereignissen

Sie können ebenfalls die Einzelheiten für jedes Spannungsereignis und Statistiken für alle Ereignisse sehen. Die Statistiken zeigen für jede individuelle Ereignisart den Zählerstand je nach Phase an.

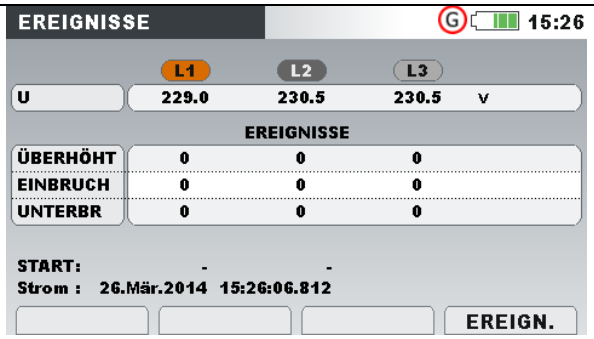
Tabelle 3.60: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Datum	Datum, als das ausgewählte Ereignis eintrat
Nr.	Eindeutige Ereignisnummer (ID)

L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Ereignis auf Phase U_1 2 – Ereignis auf Phase U_2 3 – Ereignis auf Phase U_3 12 – Ereignis bei der Spannung U_{12} 23 – Ereignis bei der Spannung U_{23} 31 – Ereignis bei der Spannung U_{31}
Start	Startzeit des Ereignisses (wenn der erste $U_{Rms½}$ -Wert den Schwellenwert passiert).
T	Kennzeichnet die Art des Ereignisses oder Übergangs: E – Einbruch U – Unterbrechung Ü – Überhöhung
Niveau	Minimal- oder Maximalwert im Ereignis U_{Einbr}, U_{Unterb}, $U_{Überh}$
Dauer	Ereignisdauer.

Tabelle 3.61: Tasten auf den Bildschirmen mit der Übersicht der Phasenereignisse

F1	Ph	Es wird die Gruppenansicht angezeigt. Drücken, um zur Ansicht „PHASE“ zu wechseln.
	Ph	Es wird Ansicht Phasenansicht dargestellt. Drücken, um zur Ansicht „GRUPPE“ zu wechseln.
F2		Filtert die Ereignisse nach Typ:
	EINBRUCH UNTERBR ÜBERHÖHT	Zeigt alle Ereignisarten.
	EINBRUCH UNTERBR ÜBERHÖHT	Zeigt nur Einbrüche.
	EINBRUCH **UNTERBR** ÜBERHÖHT	Zeigt nur Unterbrechungen.
	EINBRUCH UNTERBR **ÜBERHÖHT**	Zeigt nur Überhöhungen.
F3		Filtert die Ereignisse nach Phase:
	1 2 3 T	Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L1.
	1 **2** 3 T	Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L2.
	1 2 **3** T	Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L3.
	1 2 3 **T**	Zeigt Ereignisse auf allen Phasen.
	12 23 31 T	Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L12.
	12 **23** 31 T	Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L23.
	12 23 **31** T	Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L31.
	12 23 31 **T**	Zeigt Ereignisse auf allen Phasen.
	STAT	Zeigt eine Zusammenfassung der Ereignisse (nach Arten und Phasen).

F4	
EREIGN.	Kehrt zur Ansicht „EREIGNISSE“ zurück.
▲ ▼	Wählt das Ereignis aus.
ENTER	Öffnet die Ansicht der Ereignisdetails.
ESC	Kehrt zum Bildschirm mit der Übersicht der Phasenereignisse zurück. Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.17 Alarmtabelle

Dieser Bildschirm zeigt eine Liste der Alarme, die ausgelöst wurden. Die Alarme werden in einer Tabelle angezeigt, in der jede Zeile einen Alarm darstellt. Für jeden Alarm wurden die Startzeit, die Phase, der Typ, die Flankenauslösung, der Min./Max.-Wert und die Dauer hinzugefügt (für Einzelheiten zur Alarmeinrichtung - siehe 3.19.3 und für Details zu den Alarmmessungen - siehe 5.1.12).

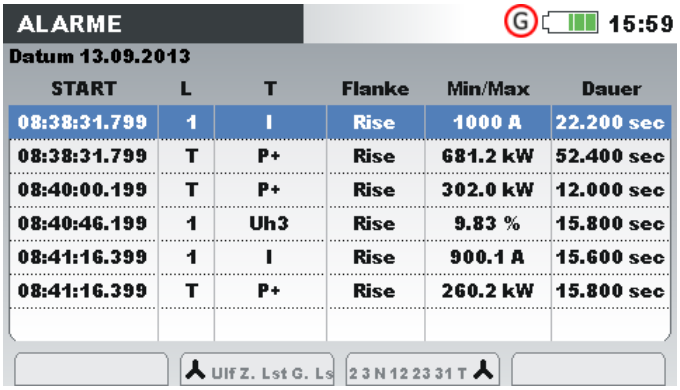


Abbildung 3.52: Bildschirm mit der Alarmliste

Tabelle 3.62: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Datum	Datum, als der ausgewählte Alarm ausgelöst wurde
Start	Wählt die Startzeit des Alarms (wenn der erste U_{Rms} -Wert den Schwellenwert passiert)
L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Alarm auf Phase L_1 2 – Alarm auf Phase L_2 3 – Alarm auf Phase L_3 12 – Alarm auf Leitung L_{12}

	23 – Alarm auf Leitung L_{23} 31 – Alarm auf Leitung L_{31}
Flanke	Gibt die Alarmübergänge an: • Steigen – Parameter hat den Schwellenwert überschritten • Fallen – Parameter hat den Schwellenwert unterschritten
Min/Max	Mindest- oder Maximalwert des Parameters während des Auftretens des Alarms
Dauer	Alarmdauer.

Tabelle 3.63: Tasten auf den Bildschirmen mit der Alarmtabelle

F2		Filtert die Alarme nach folgenden Parametern:
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alle Alarme.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Spannungsalarme.
	Ulf **Z. Lst** G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der zusammengesetzten Leistung.
	Ulf Z. Lst **G. Lst** NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der grundfrequenten Leistung.
	Ulf Z. Lst G. Lst **NG. Lst** Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der nicht grundfrequenten Leistung.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst **Flick** Sym H ZH Sig Temp	Flickeralarme.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick **Sym** H ZH Sig Temp	Unsymmetrie-Alarme.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym **H** ZH Sig Temp	Alarme der Harmonischen.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H **ZH** Sig Temp	Alarme der Zwischenharmonischen.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH **Sig** Temp	Alarme der Netzsignale.
	Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig **Temp**	Temperaturalarme.
F3		Filtert die Alarme nach der Phase, auf der sie aufgetreten sind:
	1 2 3 N 12 23 31 T	Zeigt nur Alarme auf der Phase L1.
	1 **2** 3 N 12 23 31 T	Zeigt nur Alarme auf der Phase L2.
	1 2 **3** N 12 23 31 T	Zeigt nur Alarme auf der Phase L3.
	1 2 3 **N** 12 23 31 T	Zeigt nur Alarme auf dem Neutralkanal.
	1 2 3 N **12** 23 31 T	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L12.
	1 2 3 N 12 **23** 31 T	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L23.
	1 2 3 N 12 23 **31** T	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L31.

	1 2 3 N 12 23 31 T	Zeigt nur Alarme auf Kanälen, die nicht von anderen Kanälen abhängen
	1 2 3 N 12 23 31 T	Zeigt alle Alarme.
		Wählt alle Alarme.
ESC		Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.18 Speicherliste

Mit diesem Menü kann der Benutzer durch gespeicherte Aufzeichnungen navigieren und diese anschauen. Bei Öffnen dieses Menüs werden Informationen zu den Aufzeichnungen angezeigt.

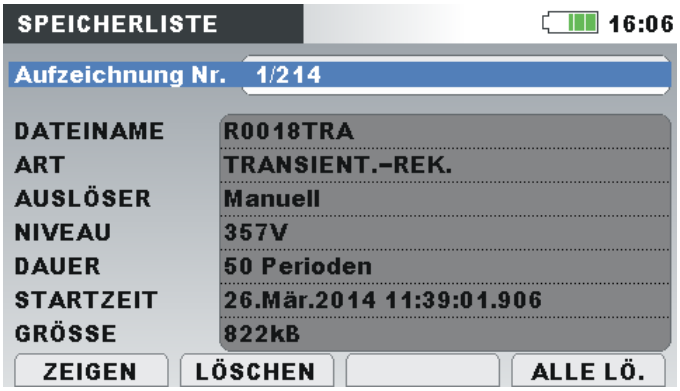


Abbildung 3.53: Bildschirm mit der Speicherliste

Tabelle 3.64: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Aufzeichnung Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte
Art	Zeigt den Typ der Aufzeichnung an, der sein kann: • Momentaufnahme, • Transientenaufzeichnung, • Wellenform/Einschaltspitzen-Aufzeichnung, • Allgemeine Aufzeichnung.
Intervall	Aufzeichnungsintervall für die allgemeine Aufzeichnung (Integrationsperiode)
Auslöser	Auslöser, der für die Erfassung der Wellenform- und Transientenaufzeichnung verwendet wird
Niveau	Auslöseniveau
Flanke	Flankenauslösung
Dauer	Aufzeichnungsdauer
Start	Startzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Ende	Stoppzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB) oder Megabyte (MB).

Tabelle 3.65: Tasten auf dem Bildschirm mit der Speicherliste

F1	**ZEIGEN**	Zeigt Details zur aktuell ausgewählten Aufzeichnung.
F2	**LÖSCHEN**	Löscht die ausgewählte Aufzeichnung.
F4	**ALLE LÖ.**	Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen. Tasten im Bestätigungsfenster: ◄ ► — Wählt JA oder NEIN. ENTER — Bestätigt die Auswahl. ESC — Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.
◄ ►	Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).	
ESC	Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.	

3.18.1 Allgemeine Aufzeichnung

Dieser Aufzeichnungstyp wird vom ALLGEMEINEN REKORDER erstellt. Wie in der Abbildung unten dargestellt, gleicht die Titelseite der Aufzeichnung dem Einstellungsbildschirm des ALLGMEINEN REKORDERS.

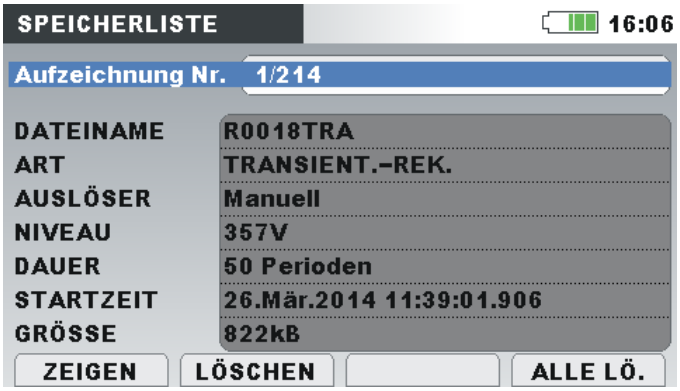


Abbildung 3.54: Titelseite der Allgemeinen Aufzeichnung im Menü SPEICHERLISTE

Tabelle 3.66: Beschreibung der Rekordereinstellungen

Aufzeichnung Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte
Art	Gibt den Aufzeichnungstyp an: • Allgemeine Aufzeichnung.
Intervall	Aufzeichnungsintervall für die allgemeine Aufzeichnung (Integrationsperiode)

Start	Startzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Ende	Stoppzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB) oder Megabyte (MB).

Tabelle 3.67: Tasten auf dem Bildschirm mit der Titelseite der Allgemeinen Aufzeichnung

F1 **ZEIGEN**

Wechselt zum Bildschirm mit dem Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE.

Durch Drücken der Taste F1 (ZEIGEN) kann eine spezielle Signalgruppe beobachtet werden.

Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:

▲ ▼	Wählt eine spezielle Signalgruppe.
F1 / ENTER	Öffnet eine spezielle Signalgruppe (Ansicht TREND).
ESC	Beendet und kehrt zum Menü SPEICHERLISTE zurück.

F2 **LÖSCHEN**

Löscht die letzte Aufzeichnung. Um den gesamten Speicher frei zu machen, löschen Sie die Aufzeichnungen eine nach der anderen.

F4 **ALLE LÖ.**

Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen.

Tasten im Bestätigungsfenster:

◀ ▶	Wählt JA oder NEIN.
ENTER	Bestätigt die Auswahl.
ESC	Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.

	Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).
	Wählt den Parameter aus (nur im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE).
ESC	Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Durch Drücken von F1 **ZEIGEN** im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE erscheint die Grafik TREND der ausgewählten Kanalgruppe auf dem Bildschirm. Der typische Bildschirm ist in der Abbildung unten dargestellt.

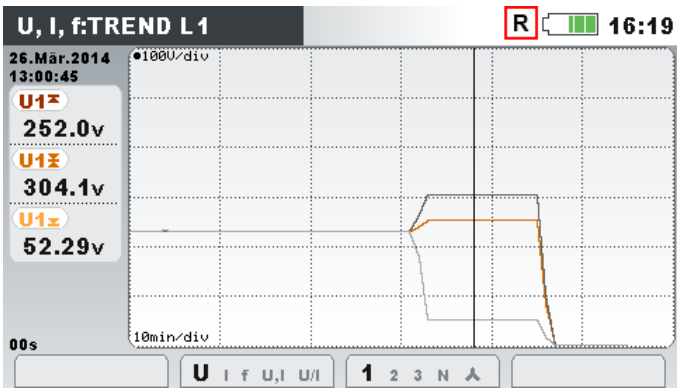


Abbildung 3.55: Ansicht der Rekorderdaten für den U,I,f-TREND

Tabelle 3.68: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

R	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Speicher abgerufen.
|	Gibt die Cursor-Position auf der Grafik an.
U1, U2 U3, Un:	Der maximale (▲), durchschnittliche (▼) und minimale (▼) aufgezeichnete Wert der Phasenspannung U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms} für das Zeitintervall, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
U12, U23, U31	Der maximale (▲), durchschnittliche (▼) und minimale (▼) aufgezeichnete Wert der Leiterspannung U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms} für das Zeitintervall, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Ip:	Der maximale (▲), durchschnittliche (▼) und minimale (▼) aufgezeichnete Wert des Stroms I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms} für das Zeitintervall, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
38m 00s	Zeitposition des Cursors in Bezug auf die Startzeit der Aufzeichnung.
10.Mai.2013 12:08:50	Stempeluhr an der Cursorposition.

Tabelle 3.69: Tasten auf den Bildschirmen mit der Ansicht des U,I,f-TRENDs

F2	Wählt zwischen folgenden Optionen:

	U I U,I U/I	Zeigt den Spannungstrend.
	U **I** f U,I U/I	Zeigt den Stromtrend.
	U I **f** U,I U/I	Zeigt den Trend der Frequenz.
	U I f **U,I** U/I	Zeigt die Spannungs- und Stromtrends (Einfach-Modus).
	U I f U,I **U/I**	Zeigt die Spannungs- und Stromtrends (Dual-Modus).
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N	Zeigt den Trend für die Phase L1.
	1 **2** 3 N	Zeigt den Trend für die Phase L2.
	1 2 **3** N	Zeigt den Trend für die Phase L3.
	1 2 3 **N**	Zeigt den Trend für den Neutralkanal.
	1 2 3 N	Zeigt die Trends aller Phasen.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L12.
	12 **23** 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L23.
	12 23 **31** Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L31.
	12 23 31 **Δ**	Zeigt alle Phase-Phase-Trends.
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
ESC		Kehrt zum Menübildschirm „EINSTELLUNGEN DER KANÄLE“ zurück.

Hinweis: Für die anderen aufgezeichneten Daten (Leistung, Harmonische usw.) gilt eine ähnliche Vorgehensweise wie in den vorangegangenen Abschnitten dieses Handbuchs beschrieben.

3.18.2 Momentaufnahme von der Wellenform

Diese Art von Aufzeichnung kann mit Benutzung der Taste erstellt werden (drücken und halten Sie die Taste).

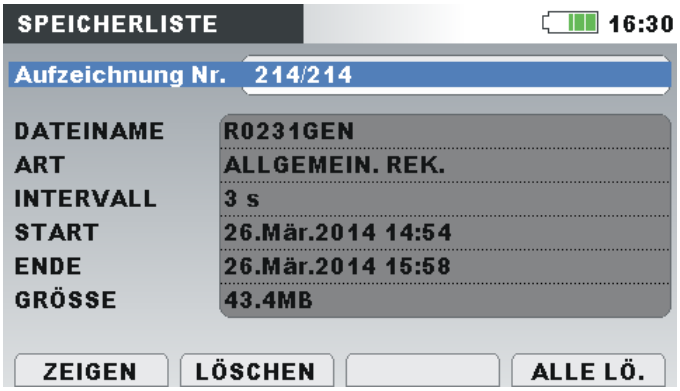


Abbildung 3.56: Titelseite der Momentaufnahme im Menü SPEICHERLISTE

Tabelle 3.70: Beschreibung der Rekordereinstellungen

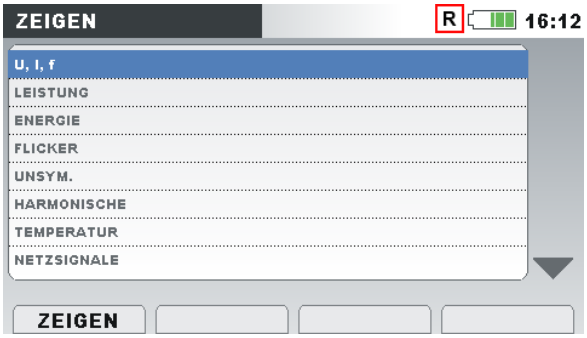
Aufzeichnung Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte
Art	Gibt den Aufzeichnungstyp an: • Momentaufnahme.
Start	Startzeit der Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB).

Tabelle 3.71: Tasten auf dem Bildschirm mit der Titelseite der Momentaufnahme

F1 **ZEIGEN**

Wechselt zum Bildschirm mit dem Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE.

Durch Drücken der Taste F1 (ZEIGEN) kann eine spezielle Signalgruppe beobachtet werden.



Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:

▲ ▼	Wählt eine spezielle Signalgruppe.
F1 / ENTER	Öffnet eine spezielle Signalgruppe (Ansicht MESSGERÄT oder OSZILLOSKOP).
ESC	Beendet und kehrt zum Menü SPEICHERLISTE zurück.

F2 **LÖSCHEN**

Löscht die letzte Aufzeichnung. Um den gesamten Speicher frei zu machen, löschen Sie die Aufzeichnungen eine nach der anderen.

F4 **ALLE LÖ.**

Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen.

Tasten im Bestätigungsfenster:

◀ ▶	Wählt JA oder NEIN.

	ENTER	Bestätigt die Auswahl.
	ESC	Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.
		Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).
ESC		Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Durch Drücken von F1 **ZEIGEN** im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE erscheint der Bildschirm MESSGERÄT. Der typische Bildschirm ist in der Abbildung unten dargestellt.

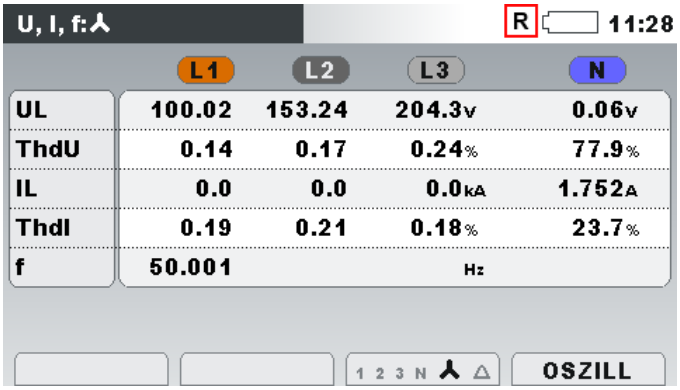


Abbildung 3.57: Bildschirm von der U,I,f-Messung in der aufgerufenen Momentaufnahme

Hinweis: Für weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten schauen Sie in den vorangegangenen Abschnitten dieses Handbuchs nach.

3.18.3 Wellenform/Einschaltspitzen-Aufzeichnung

Diese Aufzeichnungsart wird vom Wellenform-Rekorder erstellt. Für weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten - siehe Abschnitt Erfasste Wellenform 3.14.3.

3.18.4 Transientenaufzeichnung

Diese Aufzeichnungsart wird vom Transienten-Rekorder erstellt. Für weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten - siehe Abschnitt 3.15.3.

3.19 Untermenü Messeinstellungen

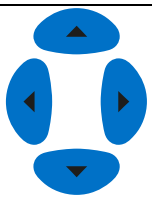
Im Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ können die Messparameter betrachtet, konfiguriert und gespeichert werden.

Abbildung 3.58: Untermenü MESSEINSTELLUNGEN

Tabelle 3.72: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen

Anschlusseinrichtung	Einstellung der Parameter für die Messungen.
Ereigniseinrichtung	Einstellung der Ereignisparameter.
Alarmeinrichtung	Einstellung der Alarmparameter.
Netzsignaleinrichtung	Einstellung der Parameter zu den Netzsignalen.

Tabelle 3.73: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Untermenü Messeinstellungen

	Wählt die Option im Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ aus.
	Öffnet die gewählte Option.
	Kehrt zum Bildschirm „HAUPTMENÜ“ zurück.

3.19.1 Anschlusseinrichtung

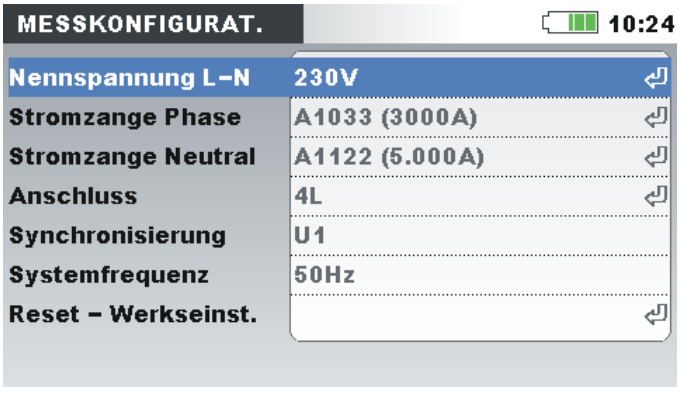
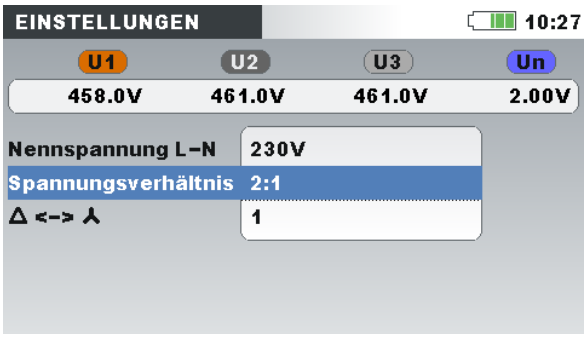


Abbildung 3.59: Bildschirm „ANSCHLUSSEINRICHTUNG“

Tabelle 3.74: Beschreibung der Anschlusseinrichtung

Nennspannung

Stellen Sie die Nennspannung ein. Wählen Sie die Spannung entsprechend der Netzspannung aus. Wenn die Spannung über einen Spannungswandler gemessen wird, drücken Sie für die Einstellung der Parameter des Spannungswandlers die Taste ENTER:



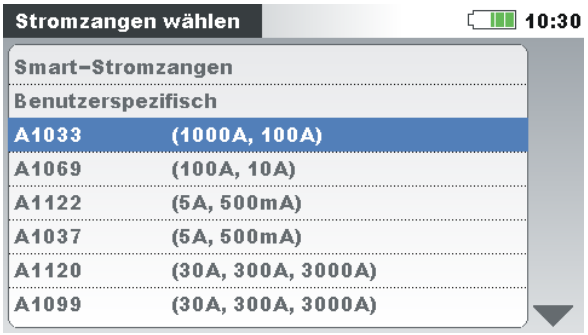
Spannungsverhältnis: Spannungswandler Verhältnis **Δ ↔ ⅄:**

Wandlertyp			Zusätzliches Wanderverhältnis
Primär	Sekundär	Symbol	
Dreieck	Stern	Δ→⅄	1
Stern	Dreieck	⅄→Δ	$\sqrt{3}$
Stern	Stern	⅄→⅄	$1/\sqrt{3}$
Dreieck	Dreieck	Δ→Δ	1

Hinweis: Das Gerät kann stets bis zur Höhe von 150 % der gewählten Nennspannung exakt messen.

Phasen- Stromzangen
Neutralleiter-Stromzangen

Wählt die Phasen-Stromzangen für die Phasenstrommessungen aus.

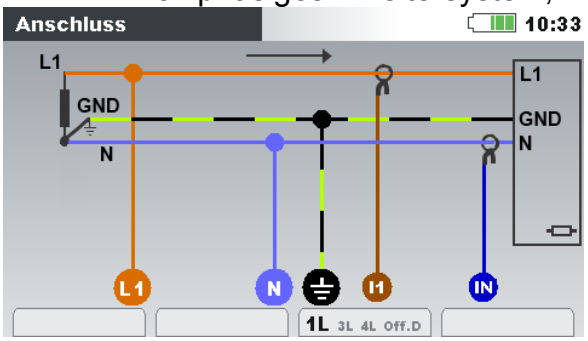
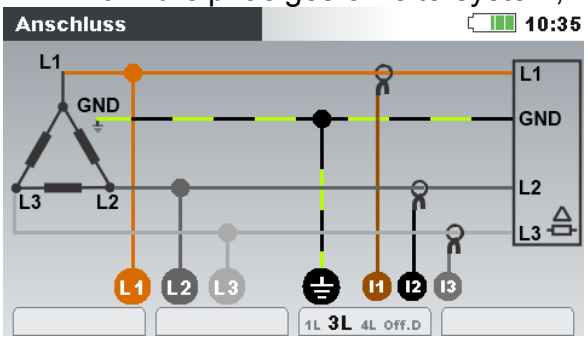
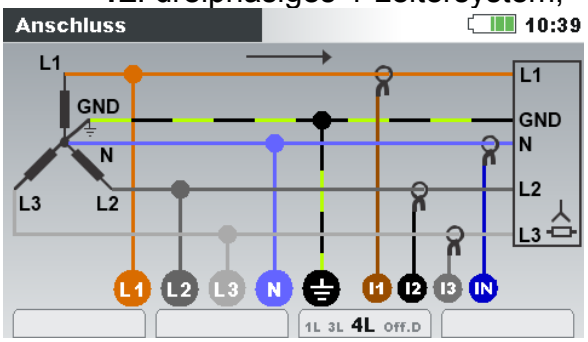
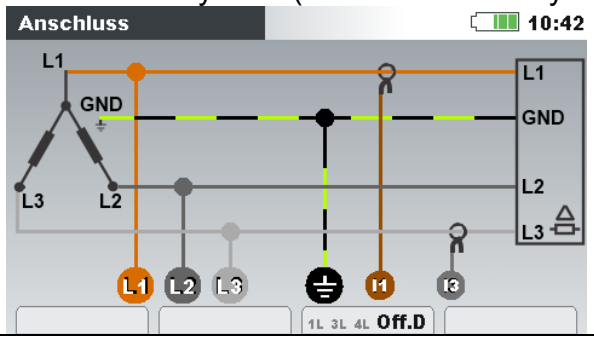


Hinweis: Für Smart-Stromzangen (A 1227, A 1281) wählen Sie immer „Smart-Stromzangen“ aus.

Hinweis: Für Einzelheiten zu weiteren Einstellungen der Stromzangen - siehe Abschnitt 4.2.3.

Anschluss

Verfahren für den Anschluss des Geräts an Multi-Phasensysteme (für Einzelheiten - siehe 4.2.1).

	• **1L**: einphasiges 2-Leitersystem;  • **3L**: dreiphasiges 3-Leitersystem;  • **4L**: dreiphasiges 4-Leitersystem;  • **Off.D** (**Offenes Dreieck**): dreiphasiges 2 ½ - Leitersystem (Offenes Dreiecksystem). 
Synchronisierung	Synchronisierungskanal Dieser Kanal wird zur Synchronisierung des Geräts mit der Netzfrequenz verwendet. Auf diesem Kanal wird auch eine Frequenzmessung durchgeführt. In Abhängigkeit vom **Anschluss** kann der Benutzer auswählen: • **1L**: U1 oder I1. • **3L, Off.D**: U12 oder I1. • **4L**: U1, I1.

Systemfrequenz	Wählt die Systemfrequenz. Entsprechend dieser Einstellung wird das 10/12-Zyklenintervall oder das 12-Zyklenintervall für die Berechnung verwendet (gemäß IEC 61000-4-30): • 50 Hz • 60 Hz
Standardparameter	Stellt die werkseitig eingestellten Standardparameter ein. Dies sind: Nennspannung: 230 V (L-N); Spannungsverhältnis: 1:1; Δ↔Y: 1 Phasen-Stromzangen: Smart-Stromzangen; Neutralleiter-Stromzangen: Smart-Stromzangen; Anschluss: 4L; Synchronisierung: U1 Systemfrequenz: 50 Hz. Einbruchsspannung: 90% U_{Nenn} Unterbrechungsspannung: 5% U_{Nenn} Überhöhungsspannung: 110 % U_{Nenn} Löscht die Tabelle der Alarmeinstellungen

Durch Drücken der Taste ENTER im Menü Nennspannung kann der Benutzer zusätzliche Parameter wie das Spannungsverhältnis des Spannungswandlers auswählen.

Tabelle 3.75: Tasten im Menü für die Anschlusseinrichtung

	Wählt die zu ändernden Parameter für die Anschlussrichtung.
	Ändert den ausgewählten Parameterwert.
	Öffnet das Untermenü. Bestätigt das Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen.
	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.2 Ereigniseinrichtung

In diesem Menü kann der Benutzer die Spannungsereignisse und ihre Parameter einstellen. Für weitere Einzelheiten zu den Messverfahren - siehe 5.1.11. Erfasste Ereignisse können auf dem Bildschirm EREIGNISTABELLE beobachtet werden. Für Einzelheiten - siehe 3.16 und 5.1.11.

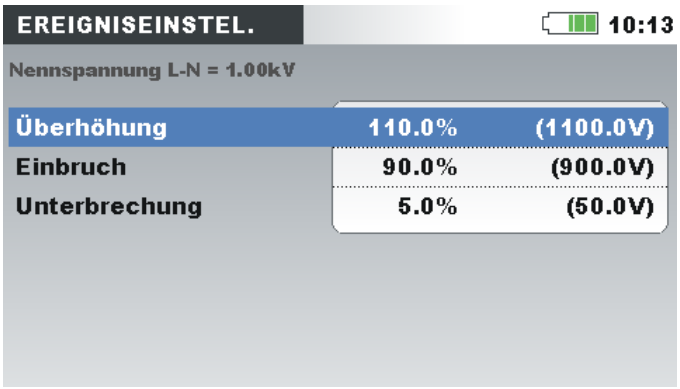
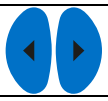


Abbildung 3.60: Bildschirm für die Ereigniseinrichtung

Tabelle 3.76: Beschreibung der Ereigniseinrichtung

Nennspannung	Angabe des Typs (L-N oder L-L) und des Werts der Nennspannung.
Überhöhung	Stellt den Schwellenwert für die Überhöhung ein.
Einbruch	Stellt den Schwellenwert für den Einbruch ein.
Unterbrechung	Stellt den Schwellenwert für die Unterbrechung ein.

Tabelle 3.77: Tasten auf dem Bildschirm der Ereigniseinrichtung

	Wählt die zu ändernden Einstellparameter für die Spannungsereignisse aus.
	Ändert den ausgewählten Parameterwert.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.3 Alarmeinrichtung

Für eine beliebige Messgröße, die das Gerät misst, können bis zu 10 verschiedene Alarme definiert werden. Für weitere Einzelheiten zu den Messverfahren - siehe 5.1.12. Erfasste Ereignisse können auf den Bildschirmen ALARMTABELLE beobachtet werden. Für Einzelheiten - siehe 3.17 und 5.1.12.

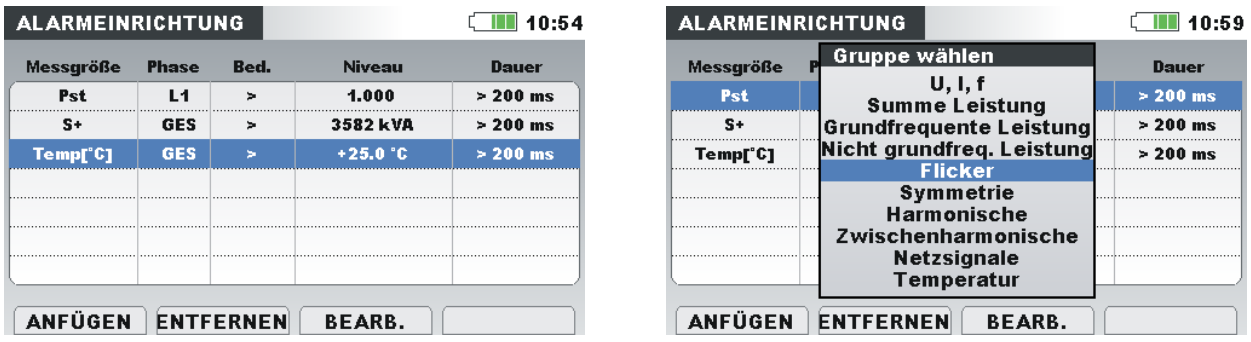


Abbildung 3.61: Bildschirme für die Alarmeinrichtung

Tabelle 3.78: Beschreibung der Alarmeinrichtung

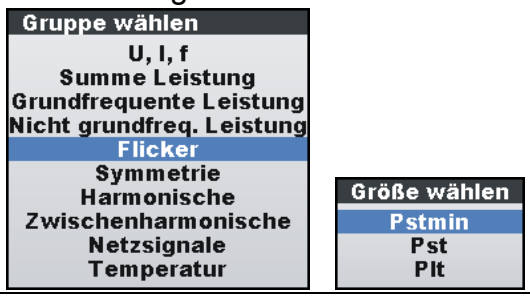
1. Spalte - Messgröße (P+, Uh5, I, in der Abbildung oben)	Wählt den Alarm aus der Gruppe der Messungen und dann die Messung selbst aus. 
2. Spalte - Phase (GES, L1, in der Abbildung oben)	Wählt die Phasen für die Erfassung der Alarme • L1 – Alarme auf Phase L_1; • L2 – Alarme auf Phase L_2; • L3 – Alarme auf Phase L_3; • LN – Alarme auf dem Neutralleiter N; • L12 – Alarme auf Leitung L_{12}; • L23 – Alarme auf Leitung L_{23}; • L31 – Alarme auf Leitung L_{31}; • ALL – Alarme auf allen Phasen; • GES – Alarme für die Leistungssummen oder Nicht-Phasenmessungen (Frequenz, Unsymmetrie).
3. Spalte - Bedingung („>“ in der Abbildung oben)	Wählt das Auslöseverfahren aus: < Auslöser, wenn die Messgröße niedriger ist als der Schwellenwert (FALLEN); > Auslöser, wenn die Messgröße höher ist als der Schwellenwert (STEIGEN);
4. Spalte - Niveau	Schwellenwert.
5. Spalte - Dauer	Mindestalarmdauer. Löst nur aus, wenn der Schwellenwert für eine festgelegte Dauer über- bzw. unterschritten wird. **Hinweis:** Es wird empfohlen, bei Flickermessungen den Rekorder auf 10 min einzustellen.

Tabelle 3.79: Tasten auf den Bildschirmen der Alarmeinrichtung

F1	**ANFÜGEN**	Fügt einen neuen Alarm hinzu.
F2	**ENTFERNEN**	Löscht den ausgewählten oder alle Alarme:
F3	**BEARB.**	Ändert den ausgewählten Alarm.
ENTER	Öffnet oder verlässt ein Untermenü für die Einstellung eines Alarms.	
◄ ►	Cursortasten. Wählt den Parameter aus oder ändert den Wert.	

	Cursortasten. Wählt den Parameter aus oder ändert den Wert.
ESC	Bestätigt die Einstellungen für einen Alarm. Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.4 Netzsignaleinrichtung

Die Netzsignalspannung, in bestimmten Anwendungen „Rundsteuersignal“ genannt, ist eine Anhäufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit der industrielle Ausrüstungen, Ertragsmessgeräte und andere Vorrichtungen fern bedient werden.
Es können zwei verschiedene Signalfrequenzen definiert werden. Die Signale können als eine Quelle für den benutzerdefinierte Alarm genutzt und in die Aufzeichnung eingeschlossen werden. Für die Einstellung der Alarme - siehe Abschnitt 3.19.3 unten. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.13.

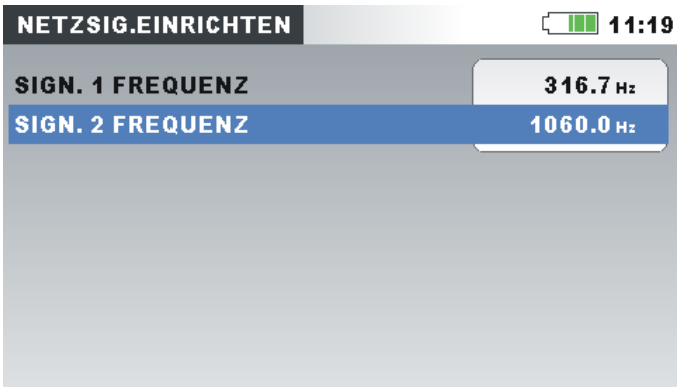
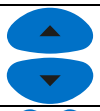
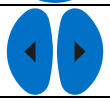


Abbildung 3.62: Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

Tabelle 3.80: Tasten auf dem Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

	Schaltet zwischen Signal 1 und Signal 2 hin und her.
	Ändert den Wert der ausgewählten Signalfrequenz.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20 Untermenü Allgemeine Einstellungen

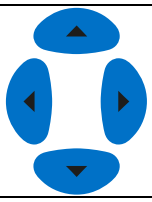
Im Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ können die Kommunikationsparameter, die Echtzeituhr und die Sprache betrachtet, konfiguriert und gespeichert werden.

Abbildung 3.63: Untermenü ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN

Tabelle 3.81: Beschreibung der Optionen zu den Allgemeinen Einstellungen

Kommunikation	Stellt die Kommuikationsquelle und Baudrate ein.
Uhrzeit & Datum	Stellt Uhrzeit, Datum und Zeitzone ein.
Sprache	Wählt die Sprache aus.
Angaben zum Gerät	Informationen über das Gerät.
Sperren/Entsperren	Sperrt das Gerät, um einen unbefugten Zugriff zu verhindern.
Farbmodell	Wählt die Farben für die Anzeige der Phasenmessungen aus.

Tabelle 3.82: Tasten im Untermenü Allgemeine Einstellungen

	Wählt die Option im Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ aus.
	Öffnet die gewählte Option.
	Kehrt zum Bildschirm „HAUPTMENÜ“ zurück.

3.20.1 Kommunikation

In diesem Menü kann die Kommunikation per RS-232, USB oder INTERNET eingestellt werden.

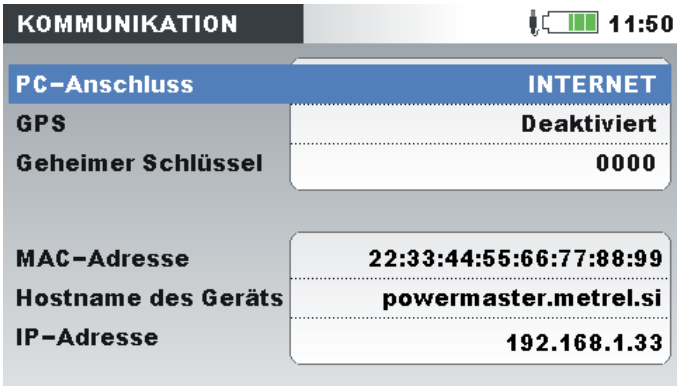


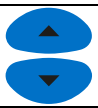
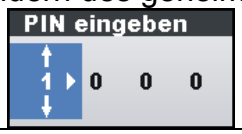
Abbildung 3.64: Bildschirm mit den Kommunikationseinstellungen

Tabelle 3.83: Beschreibung der Optionen zu den Kommunikationseinstellungen

PC-Anschluss	Wählt den RS-232-, USB- oder INTERNET-Kommunikations-Port aus.
GPS	Aktiviert das GPS, wenn es für die Zeitsynchronisierung verwendet wird.
Geheimer Schlüssel	Nur gültig, wenn die INTERNET-Kommunikation ausgewählt wurde. Die Geheimnummer gewährleistet einen zusätzlichen Schutz der Kommunikationsverbindung. Vor dem Verbindungsaufbau muss dieselbe Nummer in PowerView v3.0 eingegeben werden.
MAC-Adresse	Ethernet-MAC-Adresse des Geräts.
Hostname des Geräts	Hostname des Geräts.
IP-Adresse des Geräts	IP-Adresse des Geräts.

Hinweis: Weitere Informationen über die Konfiguration, das Herunterladen von Daten, das Betrachten von Echtzeitmessdaten in PowerView und den Aufbau einer Remote-Verbindung zwischen Gerät und PowerView über das Internet sowie die RS-232- und USB-Schnittstellen finden Sie im Abschnitt 4.3 und in der Bedienungsanleitung für PowerView.

Tabelle 3.84: Tasten in den Kommunikationseinstellungen

	Ändert die Kommunikationsquelle (RS – 232, USB, INTERNET) Aktiviert/deaktiviert das GPS. Bewegt die Cursorposition während der Eingabe des geheimen Schlüssels.
	Cursortasten. Wählt den Parameter aus. Ändert die Ziffer des geheimen Schlüssels.
	Öffnet das Fenster zum Ändern des geheimen Schlüssels. 
	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20.2 Uhrzeit & Datum

In diesem Menü können die Uhrzeit, das Datum und die Zeitzone eingestellt werden.

3.20.3 Uhrzeit & Datum

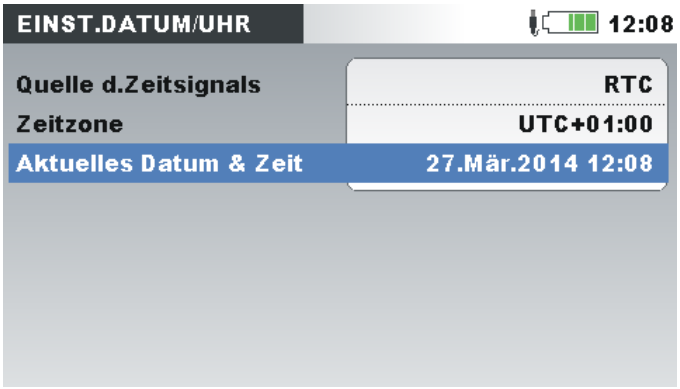


Abbildung 3.65: Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

Tabelle 3.85: Beschreibung des Bildschirms zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

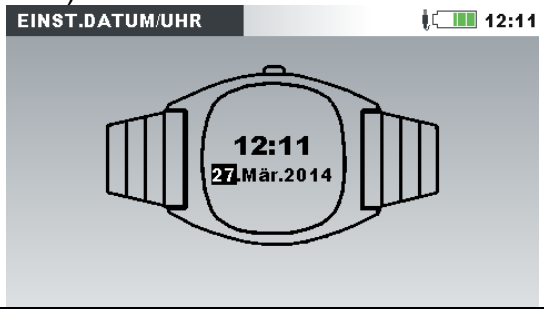
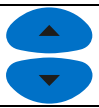
Quelle des Zeitsignals	Zeigt die Quelle des Zeitsignals an: RTC – interne Echtzeituhr GPS – externer GPS-Empfänger **Hinweis:** Das GPS-Zeitsignal wird automatisch eingestellt, wenn das GPS aktiviert und gefunden wurde.
Zeitzone	Wählt die Zeitzone aus. **Hinweis:** Das Power Master kann seine Systemuhr mit der Coordinated Universal Time (UTC-Zeit) synchronisieren, die von einem extern angeschlossenen GPS-Modul geliefert wird. In diesem Fall müssen nur die Stunden (Zeitzone) eingestellt werden. Um diese Funktionalität zu nutzen - siehe 4.2.5.
Aktuelle Uhrzeit & Datum	Zeigt/ändert die aktuelle Zeit und das aktuelle Datum (nur gültig, wenn RTC als Quelle des Zeitsignals verwendet wird) 

Tabelle 3.86: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

	Wählt den zu ändernden Parameter aus.

	Verändert den Parameter. Wählt zwischen folgenden Parametern aus: Stunde, Minute, Sekunde, Tag, Monat oder Jahr.
ENTER	Öffnet das Fenster zum Ändern von Datum/Uhrzeit.
ESC	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20.4 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.

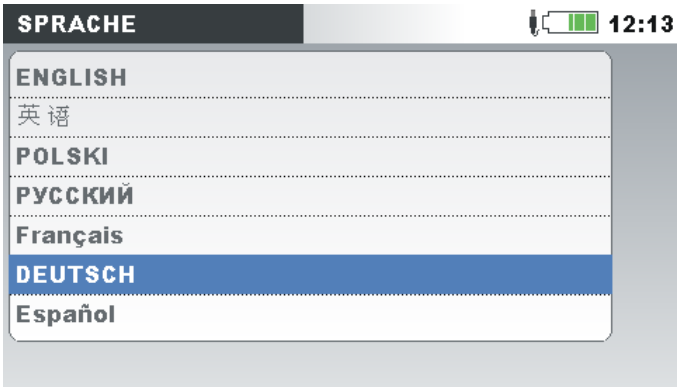


Abbildung 3.66: Bildschirm zur Einstellung der Sprache

Tabelle 3.87: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung der Sprache

	Wählt die Sprache aus.
ENTER	Bestätigt die ausgewählte Sprache.
ESC	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20.5 Angaben zum Gerät

In diesem Menü können Basisinformationen betrachtet werden (Unternehmen, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmware-Version und Hardware-Version).

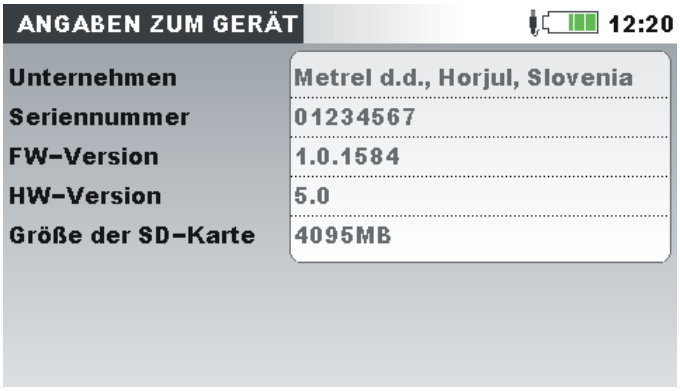


Abbildung 3.67: Bildschirm mit den Geräteinformationen

Tabelle 3.88: Tasten auf dem Bildschirm mit den Geräteinformationen

ESC	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20.6 Sperren/Entsperren

Das Power Master kann unbefugten Zugriff auf alle wesentlichen Gerätefunktionen durch einfaches Sperren verhindern. Wenn das Gerät für einen längeren Zeitraum an einem unbeaufsichtigten Messpunkt verbleibt, wird dies zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Stoppens der Aufzeichnung, einer Änderung der Geräte- oder Messeinstellungen usw. empfohlen. Auch wenn die Sperre des Geräts unerlaubte Änderungen seines Betriebsmodus verhindert, werden jedoch zerstörungsfreie Funktionen wie die Anzeige aktueller Messwerte oder Trends nicht unterbunden.
Der Benutzer sperrt das Gerät durch die Eingabe eines geheimen Sperrcodes auf dem Sperren/Entsperren-Bildschirm.

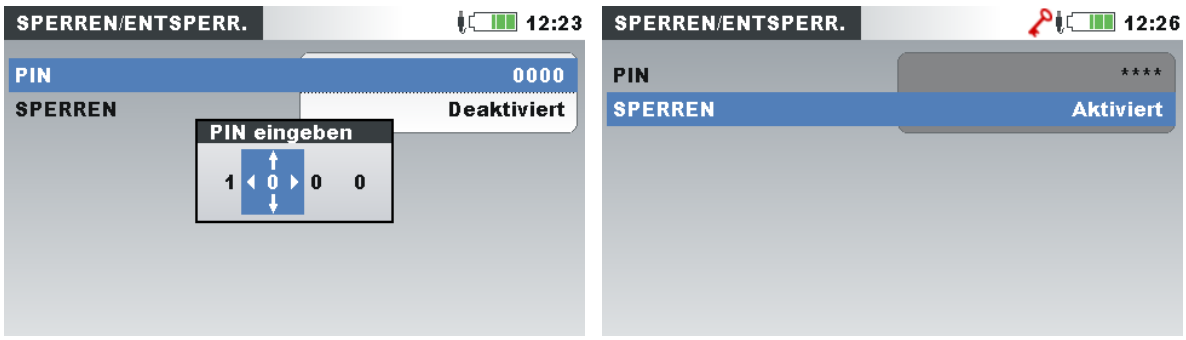


Abbildung 3.68: Sperren/Entsperren-Bildschirm

Tabelle 3.89: Beschreibung des Sperren/Entsperren-Bildschirms

PIN	Für das Sperren/Entsperren des Geräts wird ein vierstelliger numerischer Code verwendet. Drücken Sie die Taste ENTER, um den PIN-Code zu ändern. Auf dem Bildschirm erscheint das Fenster „PIN eingeben“. **Hinweis:** Der PIN-Code ist verborgen (****), wenn das Gerät gesperrt ist.
Sperren	Für das Sperren des Geräts stehen folgende Optionen zur Verfügung: • Deaktiviert • Aktiviert

Tabelle 3.90: Tasten auf dem Sperren/Entsperren-Bildschirm

	Wählt den zu ändernden Parameter aus. Ändert den Wert der ausgewählten Ziffer im PIN-Eingabefenster.
	Wählt die Ziffer im PIN-Eingabefenster aus. Sperrt das Gerät. Öffnet das PIN-Eingabefenster zum Entsperren.

ENTER	Öffnet das PIN-Eingabefenster zur Änderung der PIN. Akzeptiert die neue PIN. Entsperrt das Gerät (wenn der PIN-Code korrekt ist).
ESC	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

Die folgende Tabelle zeigt, wie eine Gerätesperre die Funktionsweise des Geräts beeinflusst.

Tabelle 3.91: Funktionsweise des gesperrten Geräts

MESSUNGEN	Zugriff erlaubt. Die Funktion Momentaufnahme der Wellenform ist blockiert.
REKORDER	Kein Zugriff.
MESSEINSTELLUNGEN	Kein Zugriff.
ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN	Kein Zugriff mit Ausnahme des Menüs zum Sperren/Entsperren.

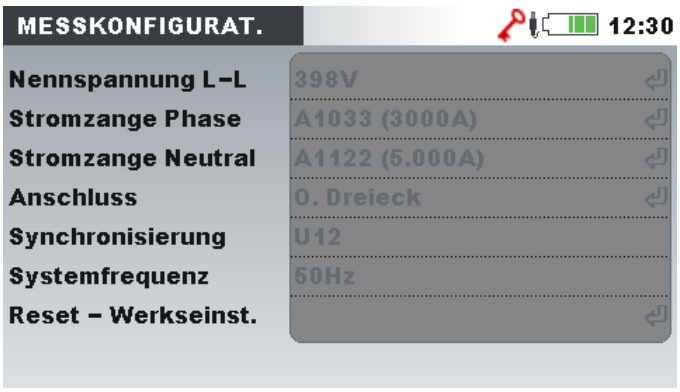


Abbildung 3.69: Bildschirm des gesperrten Geräts

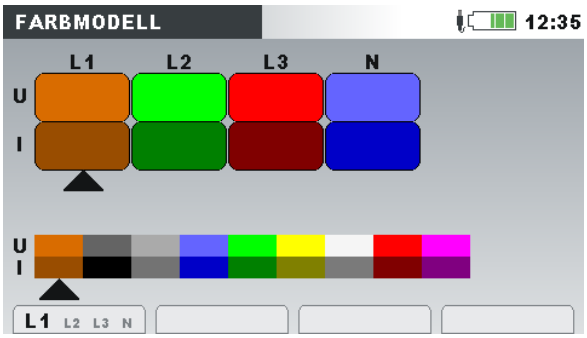
Hinweis: Falls der Benutzer den Entsperrcode vergessen hat, kann der allgemeine Entsperrcode „7350“ verwendet werden, um das Gerät zu entsperren.

3.20.7 Farbmodell

In dem Menü FARBMODELL kann der Benutzer die farbliche Darstellung der Phasenspannungen und -ströme nach seinen Bedürfnissen ändern. Es gibt einige vordefinierte Farbzusammenstellungen (EU, USA usw.) und einen benutzerspezifischen Modus, in dem der Benutzer sein eigenes Farbmodell einrichten kann.

Abbildung 3.70: Farbdarstellungen der Phasenspannungen

Tabelle 3.92: Tasten auf den Bildschirmen des Farbmodells

	Öffnet den Farbänderungsbildschirm (nur im benutzerspezifischen Modus verfügbar). 
F1 **BEARB.**	Tasten auf dem Farbänderungsbildschirm:
F1	**L1** L2 L3 N — Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L1. L1 **L2** L3 N — Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L2. L1 L2 **L3** N — Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L3. L1 L2 L3 **N** — Zeigt die ausgewählte Farbe für den Neutralkanal N.
◄ ►	Wählt die Farbe aus.
ENTER ESC	Kehrt zum Bildschirm „FARBMODELL“ zurück.
▲ ▼	Wählt die Farbzusammenstellung aus.
ENTER	Bestätigt die Auswahl der Farbzusammenstellung und kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.
ESC	Kehrt ohne Änderungen zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

4 Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss

Im folgenden Abschnitt wird die empfohlene Mess- und Aufzeichnungspraxis beschrieben.

4.1 Messkampagne

Bei Messungen der Netzqualität handelt es sich um einen spezielle Art von Messungen, die viele Tage dauern können und zumeist nur einmal *durchgeführt werden*. Gewöhnlich werden Aufzeichnungsmaßnahmen durchgeführt, um:

- einige Punkte im Netz statistisch zu analysieren.
- an einer fehlerhaft funktionierenden Vorrichtung die Fehlersuche und -beseitigung vorzunehmen.

Da die Messungen in den meisten Fällen nur einmal *durchgeführt werden*, ist es sehr wichtig, dass die Messausrüstung korrekt eingestellt wird. Das Messen mit falschen Einstellungen kann zu falschen oder nicht verwertbaren Ergebnissen führen. Daher müssen Gerät und Benutzer voll und ganz vorbereitet sein, bevor die Messung beginnt.
In diesem Abschnitt wird das empfohlene Aufzeichnungsverfahren dargestellt. Wir empfehlen nachdrücklich, die Anleitungen zu befolgen, um übliche Probleme und Messfehler zu vermeiden. Die Abbildung unten fasst kurz das empfohlene Messverfahren zusammen. Dann wird jeder Schritt detailliert beschrieben.

Hinweis: Die PC-Software PowerView v3.0 bietet Möglichkeiten zur Korrektur (nach durchgeführter Messung):

- falscher Echtzeiteinstellungen,
- falscher Skalierfaktoren des Stroms und der Spannung.

Ein falscher Anschluss der Geräts (unsaubere Verdrahtung, entgegengesetzte Richtung der Stromzangen) kann im Nachhinein nicht berichtigt gebracht werden.

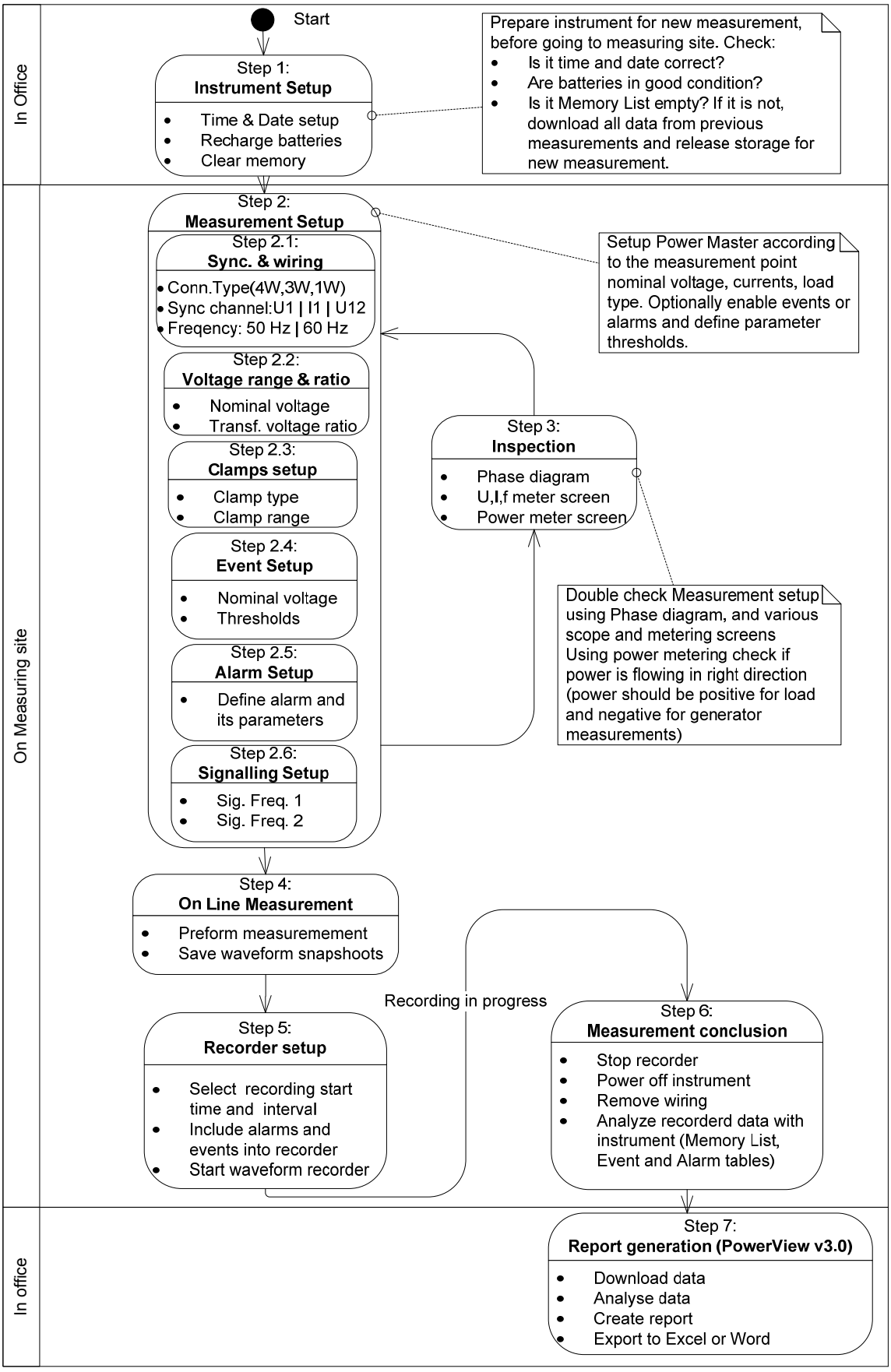


Abbildung 4.1: Empfohlenes Messverfahren

Schritt 1: Einstellungen am Gerät

Messungen vor Ort können sehr anstrengend. Daher ist es empfehlenswert, die Messausrüstung im Büro vorzubereiten. Die Vorbereitung des Power Master beinhaltet folgende Schritte:

- Sichtkontrolle des Geräts und des Zubehörs.
  Warnhinweis: Verwenden Sie keine Ausrüstung, die offensichtlich beschädigt ist!
- Verwenden Sie nur Batteriezellen, die sich in einem guten Zustand befinden und laden Sie diese vor Verlassen des Büros vollständig auf.
  Hinweis: In einer Umgebung mit problematischer Netzversorgung, wo Einbrüche und Unterbrechungen regelmäßig auftreten, hängt die Stromversorgung des Geräts vollständig von den Batteriezellen ab! Halten Sie die Batteriezellen in gutem Zustand.
- Laden Sie alle vorherigen Aufzeichnungen vom Gerät und leeren Sie den Speicher. (Für eine Anleitung zum Löschen des Speichers - siehe Abschnitt 3.18).
- Stellen Sie Uhrzeit und Datum des Geräts ein. (Für eine Anleitung zum Einstellen von Zeit und Datum - siehe Abschnitt 3.20.2).

Schritt 2: Messeinstellungen

Eine Anpassung der Messeinstellungen wird am Messstandort *durchgeführt*, nachdem wir Einzelheiten zu Nennspannung und -strom, Verdrahtungsart usw. erfahren haben.

Schritt 2.1: Synchronisierung und Verdrahtung

- Schließen Sie die Stromzangen und Spannungsprüfspitzen an das „Messobjekt“ an (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 4.2).
- Wählen Sie den richtigen Anschlusstyp im Menü „Anschlusseinrichtung“ (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1).
- Wählen Sie den Synchronisierungskanal aus. Es wird eine Synchronisierung mit der Spannung empfohlen, es sei denn, die Messung wird an Lasten mit starken Verzerrungen durchgeführt wie z. B. PWM-Antriebe. In solchen Fällen ist eine Synchronisierung mit dem Strom zweckdienlicher. (Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1).
- Wählen Sie die Systemfrequenz aus. Die Systemfrequenz ist die standardmäßige Systemfrequenz des Versorgungsnetzes. Das Einstellen dieses Parameters wird empfohlen, wenn Messungen der Netzsignale oder Flicker durchzuführen sind.

Schritt 2.2: Nennspannung und Verhältnis

- Wählen Sie die Nennspannung des Geräts entsprechend der Nennspannung des Netzes aus.
  Hinweis: Für 4L- und 1L-Messungen werden alle Spannungen als Strangspannung (L-N) spezifiziert. Für Messungen an einem 3L-System und einer Offenen Dreiecksschaltung werden alle Spannungen als Leiterspannung (L-L) spezifiziert.

Hinweis: Das Gerät gewährleistet eine korrekte Messung bis zu 150 % der gewählten Nennspannung.

- Bei einer indirekten Spannungsmessung wählen Sie je nach Wandlungsverhältnis das geeignete „Spannungsverhältnis“ aus. (Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1 und 4.2.2).

Schritt 2.3: Einstellungen der Stromzangen

- Wählen Sie mit dem Menü „Stromzangen wählen“ die geeigneten Stromzangen für Phasenleiter und Neutralkanal aus (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1).
- Je nach Anschlussart wählen Sie die richtigen Parameter für die Stromzangen aus (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 4.2.3).

Schritt 2.4: Ereigniseinrichtung

Wählen Sie die Schwellenwerte aus für: Überhöhungen, Einbrüche und Unterbrechungen (für Einzelheiten - siehe Abschnitte 3.19.2 und 3.16).
Hinweis: Sie können den WELLENFORM-REKORDER auch durch Ereignisse auslösen. Das Gerät erfasst dann für jedes Ereignis die Wellenform und die Einschaltspitzen.

Schritt 2.5: Alarmeinrichtung

Verwenden Sie diesen Schritt, wenn Sie lediglich prüfen wollen, ob einige Messgrößen einige vordefinierte Grenzlinien über- bzw. unterschritten haben (für Einzelheiten - siehe Abschnitte 3.17 und 3.19.3).
Hinweis: Sie können den WELLENFORM-REKORDER auch durch Alarme auslösen. Das Gerät erfasst dann für jeden Alarm die Wellenform und die Einschaltspitzen.

Schritt 2.6: Netzsignaleinrichtung

Verwenden Sie diesen Schritt nur, wenn Sie die Netzsignalspannung messen möchten. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.4.

Schritt 3: Überprüfung

Nach Abschluss der Geräte- und Messeinstellungen muss der Benutzer noch einmal prüfen, ob alles richtig angeschlossen und konfiguriert wurde. Folgende Schritte werden empfohlen:

- Prüfen Sie mithilfe des Menüs PHASENDIAGRAMM, ob die Phasenfolge von Spannung und Strom in Bezug auf das System korrekt ist. Prüfen Sie außerdem, ob die Stromrichtung korrekt ist.
- Prüfen Sie mit dem U, I, f-Menü, ob Spannung und Strom die richtigen Werte haben.
- Prüfen Sie die THD von Spannung und Strom.
  Hinweis: Eine überhöhte THD kann darauf hindeuten, dass ein zu kleiner Bereich ausgewählt wurde.
  Hinweis: Im Falle einer Überspannung oder eines Überstroms am AD-Wandler wird das Icon angezeigt.

- Prüfen Sie mithilfe des Menüs LEISTUNG, ob es Anzeichen oder Indizien für eine Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie den Leistungsfaktor gibt.

Wenn einer dieser Schritte Ihnen verdächtige Messergebnisse liefert, kehren Sie zum Schritt 2 zurück und überprüfen Sie noch einmal die Einstellungen der Messparameter.

Schritt 4: Online-Messung

Das Gerät ist jetzt für Messungen bereit. Beobachten Sie entsprechend dem Messprotokoll oder den Anforderungen des Kunden die Online-Parameter von Spannung, Strom, Leistung, Harmonischen usw.
Hinweis: Verwenden Sie Wellenform-Momentaufnahmen , um wesentliche Messungen festzuhalten. Die Wellenform-Momentaufnahme hält alle Signaturen der Netzqualität auf einmal fest (Spannung, Strom, Harmonische, Flicker).

Schritt 5: Einstellen des Rekorders und Aufzeichnen

Im Menü ALLGEMEINER REKORDER wählen Sie die Aufzeichnungsart aus und konfigurieren die Aufzeichnungsparameter wie:

- das Zeitintervall für die Datenaggregation (Integrationsperiode)
- das Einschließen der Aufzeichnung von Ereignissen und Alarmen, sofern erforderlich
- Startzeit der Aufzeichnung (optional)
- Nach dem Einstellen des Rekorders kann mit dem Aufzeichnen begonnen werden. (Für Einzelheiten zum Rekorder - siehe Abschnitt 3.13). Zusätzlich kann der Benutzer den WELLENFORM-REKORDER starten, wenn zu jedem festgehaltenen Ereignis oder Alarm die Wellenform geliefert werden soll.

Hinweis: Bevor mit dem Aufzeichnen begonnen wird, muss in der Rekordereinrichtung der verfügbare Speicher überprüft werden. Entsprechend den Rekordereinstellungen und der Speichergröße werden die max. Aufzeichnungsdauer und die max. Anzahl an Aufzeichnungen automatisch ermittelt.
Hinweis: Normalerweise dauert das Aufzeichnen einige Tage. Stellen Sie sicher, dass das Gerät während des Aufzeichnungsvorgangs für unbefugte Personen nicht zugänglich ist. Falls notwendig, verwenden Sie die Funktion SPERREN gemäß Beschreibung im Abschnitt 3.20.6.

Schritt 6: Abschluss der Messung

Vor dem Verlassen des Messortes müssen wir:

- mithilfe der TREND-Bildschirme die aufgezeichneten Daten vorläufig beurteilen.
- den Rekorder stoppen.
- sicherstellen, dass wir alle benötigten Aufzeichnungen und Messungen vorliegen haben.

Schritt 7: Berichterstellung (PowerView v3.0)

Laden Sie mithilfe der PC-Software PowerView v3.0 die Aufzeichnungen herunter, führen Sie die Analysen durch und erstellen Sie die Berichte. Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0.

4.2 Anschlusseinrichtung

4.2.1 Anschluss an Niederspannungssysteme

Das Gerät kann an ein dreiphasiges oder einphasiges Versorgungsnetz angeschlossen werden.

Die tatsächliche Anschlussbelegung ist im Menü ANSCHLUSSEINRICHTUNG festzulegen (siehe Abbildung unten).

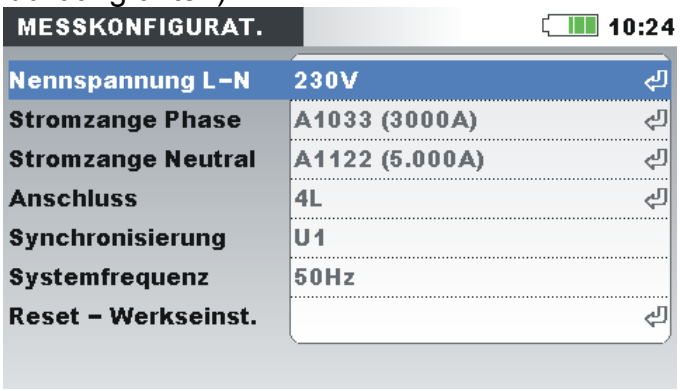


Abbildung 4.2: Menü Anschlusseinrichtung

Beim Anschließen des Geräts ist es wichtig, dass Strom- und Spannungsanschlüsse korrekt sind. Folgende Regeln sind besonders zu beachten:

Stromzangen / Stromzangenwandler

- Der Pfeil auf dem Stromzangenwandler muss in die Richtung des Stromflusses zeigen: von der Versorgungsquelle zur Last.
- Wenn der Stromzangenwandler umgekehrt angeschlossen ist, wird die gemessene Leistung dieser Phase normalerweise negativ angezeigt.

Phasenverhältnisse

- Der an den Stromeingang I_1 angeschlossene Stromzangenwandler hat den Strom in dem Phasenleiter zu messen, der mit der Spannungsprüfspitze von L_1 verbunden ist.

Dreiphasiges 4-Leitersystem

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

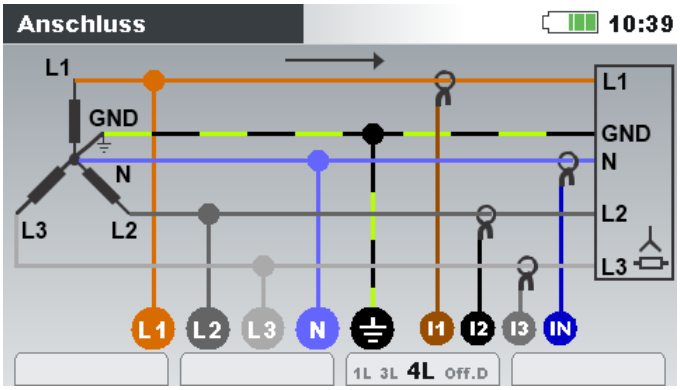


Abbildung 4.3: Auswählen des dreiphasigen 4-Leitersystems auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden:

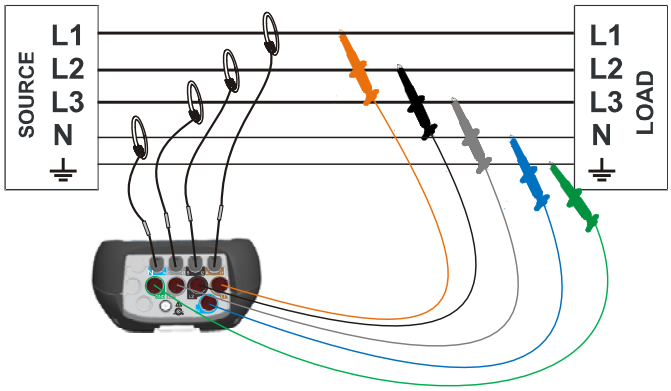


Abbildung 4.4: Dreiphasiges 4-Leitersystem

Dreiphasiges 3-Leitersystem

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

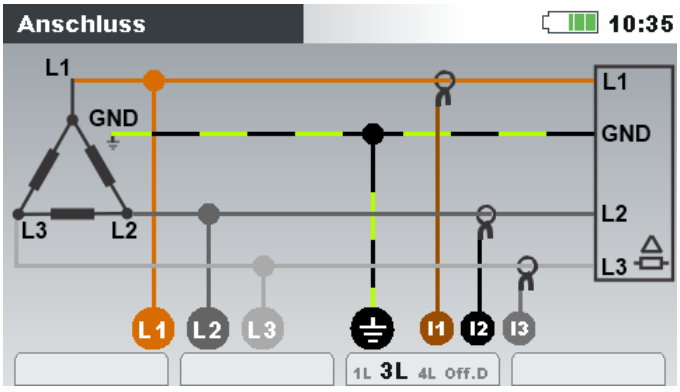


Abbildung 4.5: Auswählen des dreiphasigen 3-Leitersystems auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

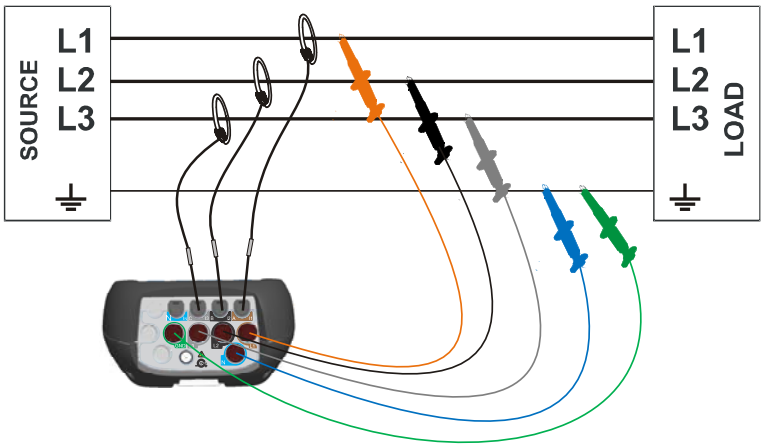


Abbildung 4.6: Dreiphasiges 3-Leitersystem

Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aaronschaltung)

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

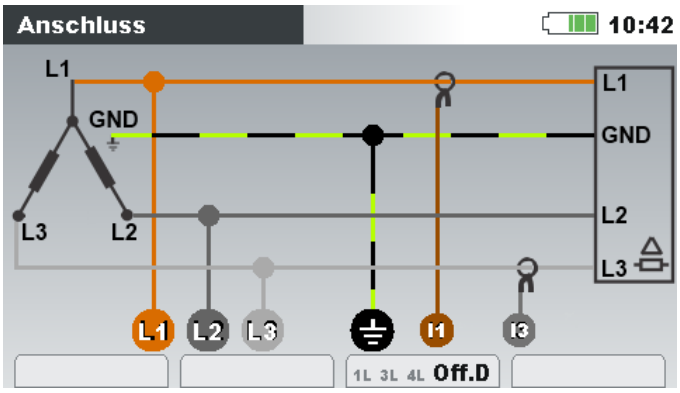


Abbildung 4.7: Auswählen des offenen Dreieck-3-Leitersystems auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

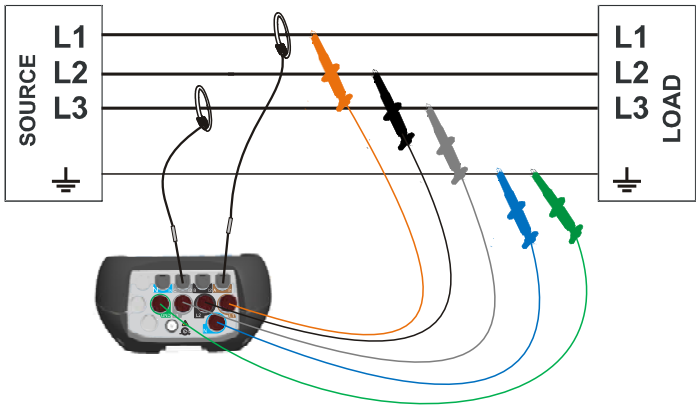


Abbildung 4.8: Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aaronschaltung)

Einphasiges 1-Leitersystem

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

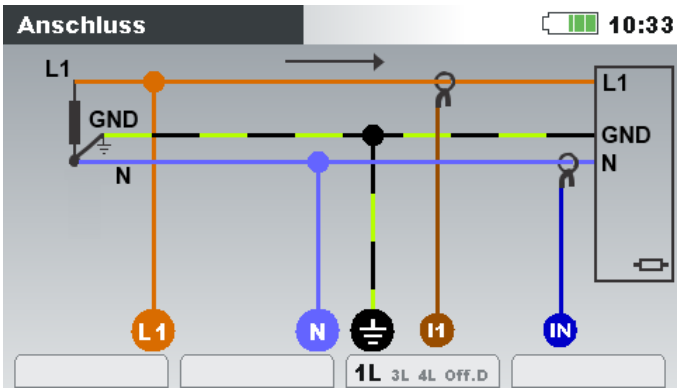


Abbildung 4.9: Auswählen des einphasigen 3-Leitersystems auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

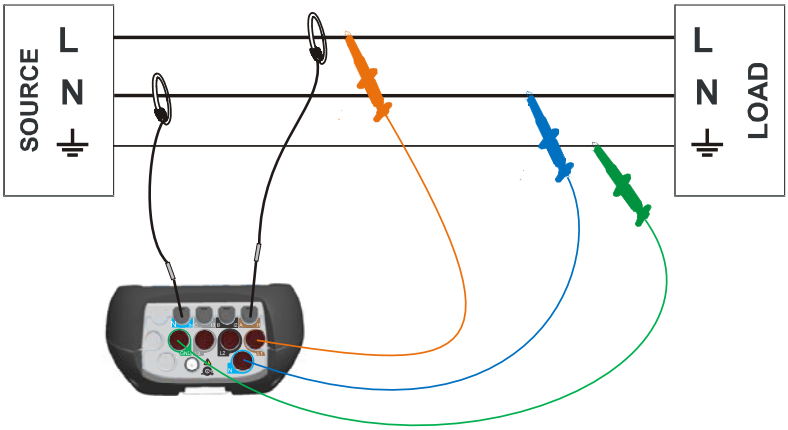


Abbildung 4.10: einphasiges 1-Leitersystem

Hinweis: Bei der Erfassung von Ereignissen wird empfohlen, nicht genutzte Spannungseingänge mit dem Spannungseingang N zu verbinden.

4.2.2 Anschluss an Mittel- oder Hochspannungssysteme

In Systemen, in denen die Spannung auf der Sekundärseite eines Spannungswandlers (sagen wir 11 kV / 110 V) gemessen wird, muss das Spannungsverhältnis des Spannungswandlers zuerst eingegeben werden. Danach kann die Nennspannung eingestellt werden, um ein korrekte Messung zu gewährleisten. In der nächsten Abbildung sind die Einstellungen für dieses spezielle Beispiel dargestellt. Für Einzelheiten - siehe 3.19.1.

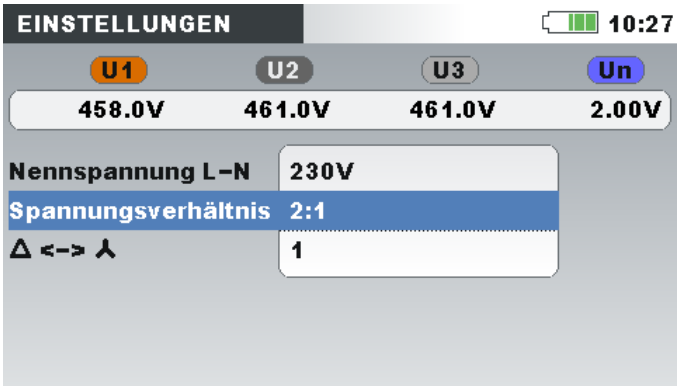


Abbildung 4.11: Beispiel für das Spannungsverhältnis eines 11 kV / 110 V-Wandlers

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

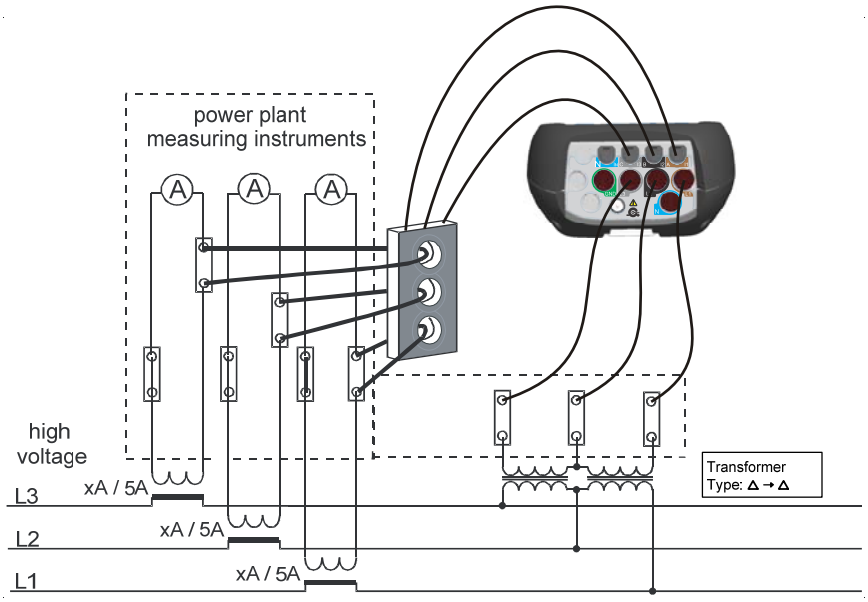


Abbildung 4.12: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem

4.2.3 Auswahl der Stromzangen und Einstellen des Wandlungsverhältnisses

Die Auswahl der Stromzangen kann anhand zweier typischer Anwendungsfälle erklärt werden: **direkte Strommessung** und **indirekte Strommessung.** Im nächsten Abschnitt wird die empfohlene Methode für beide Fälle vorgestellt.

Direkte Strommessung mit Stromzangenwandler

Bei dieser Art von Messung wird der Last-/Generatorstrom direkt mit einem der Stromzangenwandler gemessen. Die Strom-Spannungswandlung wird **direkt** von der Stromzange durchgeführt.

Die direkte Strommessung kann mit jedem Stromzangenwandler *durchgeführt* werden. Wir empfehlen besonders Smart-Stromzangen: die flexible Stromzange A 1227 und die Eisen-Stromzange A 1281. Es können auch andere Stromzangenmodelle von Metrel verwendet werden: A 1033 (1000 A), A1069 (100 A), A1120 (3000 A), A1099 (3000 A) usw.

Bei großen Lasten können mehrere parallele Zuleitungen vorhanden sein, die von einer einzigen Stromzange nicht umfasst werden können. Wie in der Abbildung unten dargestellt, können wir den Strom nur von einer Zuleitung messen.

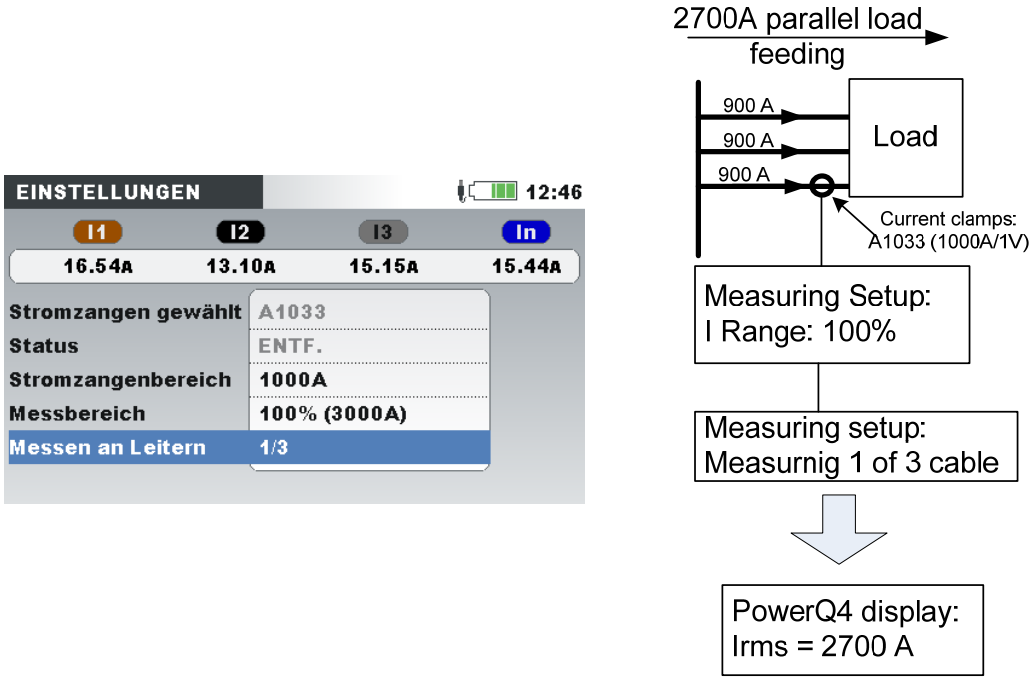


Abbildung 4.13: Parallele Einspeisung bei großen Lasten

Beispiel: Eine Last über 2700 A wird über 3 gleich dimensionierte Parallelkabel gespeist. Für die Strommessung können wir nur ein Kabel mit der Stromzange umfassen und wählen aus: Messen an Drähten: 1/3 im Stromzangenmenü. Das Gerät stellt sicher, dass wir nur ein Drittel des Stroms messen.
Hinweis: Während der Einrichtung kann der Strombereich mithilfe der Zeile „Strombereich: 100% (3000 A)" beobachtet werden.

Indirekte Strommessungen

Eine indirekte Strommessung mit dem primären Stromwandler wird sichergestellt, wenn der Benutzer die 5 A-Stromzangen wählt: A1122 oder A1037. In diesem Fall wird der Laststrom **indirekt** über den zusätzlichen, primären Stromwandler gemessen.
In dem **Beispiel** unten haben wir einen Primärstrom von 100 A, der durch einen Primärwandler mit einem Verhältnis von 600 A: 5 A fließt. Die Einstellungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

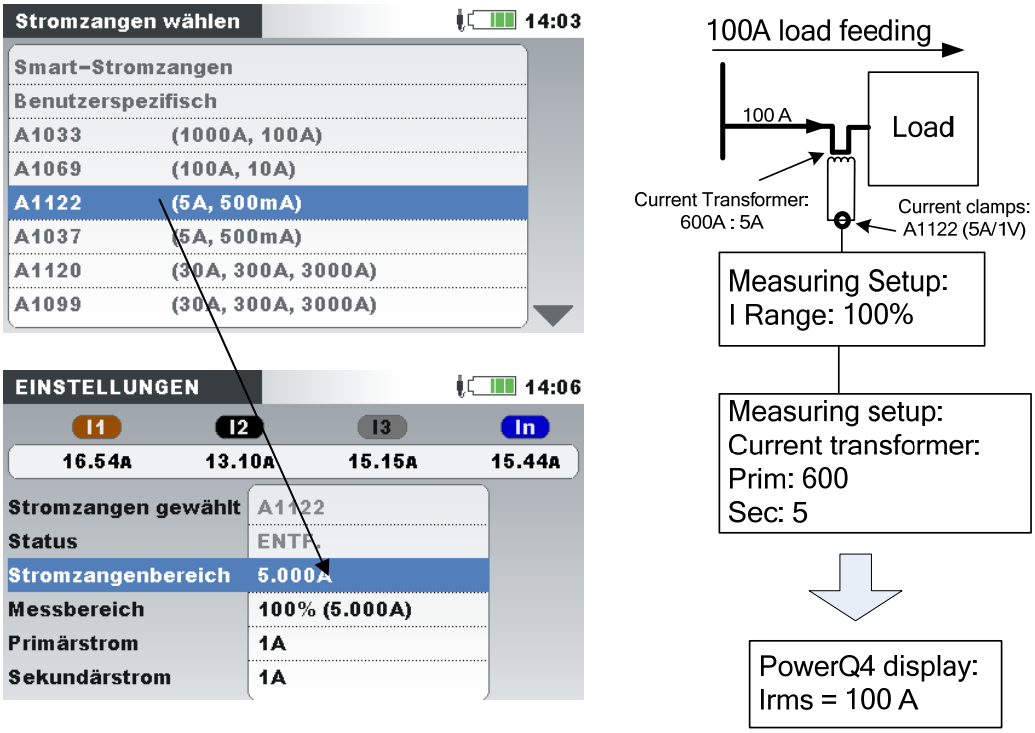


Abbildung 4.14: Auswahl der Stromzange für eine indirekte Strommessung

Überdimensionierter Stromwandler

Vor Ort installierte Stromwandler sind üblicherweise überdimensioniert, damit „in Zukunft weitere, neue Lasten hinzugefügt werden können“. In so einem Fall kann der Strom im Primärwandler weniger als 10 % des Bemessungsstroms vom Wandler betragen. Für solche Fälle wird empfohlen, den 10 %-Strombereich zu wählen, wie es in der Abbildung unten dargestellt ist.

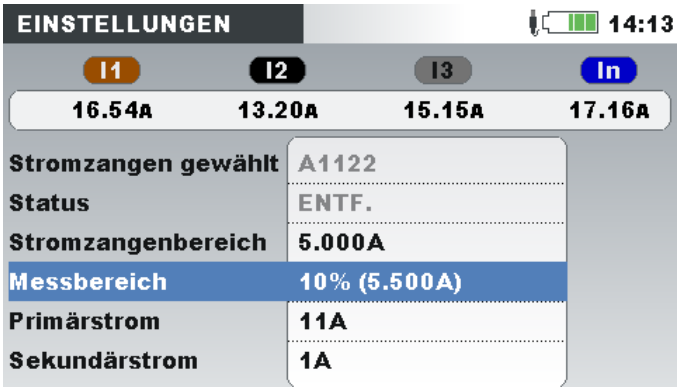


Abbildung 4.15: Auswählen von 10 % des Strombereichs der Stromzange

Beachten Sie: Wenn wir eine direkte Strommessung mit einer 5 A-Stromzange durchführen möchten, muss das Verhältnis des Primärwandlers auf 5 A: 5 A eingestellt werden.

⚠ WARNHINWEISE!

- **Die Sekundärwicklung eines Stromwandlers darf nicht offen sein, wenn dieser an einen spannungsführenden Stromkreis angeschlossen ist.**
- **Ein offener Sekundärkreis kann zu gefährlich hohen Spannungen zwischen den Anschlüssen führen.**

Automatische Erkennung der Stromzangen

Metrel hat eine Produktfamilie von Smart-Stromzangen entwickelt, um die Auswahl der Stromzangen und deren Einrichtung zu vereinfachen. Smart-Stromzangen sind schalterlose Mehrbereichs-Stromzangen, die vom Gerät automatisch erkannt werden. Um die Erkennung der Smart-Stromzangen zu aktivieren, muss beim ersten Mal folgende Prozedur durchgeführt werden:

1. Schalten Sie das Gerät ein
2. Schließen Sie die Stromzange (zum Beispiel A 1227) an das Power Master an
3. Öffnen Sie: das Menü Messeinstellungen ➔ Anschlusseinrichtung ➔ Stromzange Phase / Neutralleiter
4. Wählen Sie: Smart-Stromzangen
5. Der Stromzangentyp wird vom Gerät automatisch erkannt.
6. Der Benutzer muss dann den Stromzangenbereich wählen und die Einstellungen bestätigen.

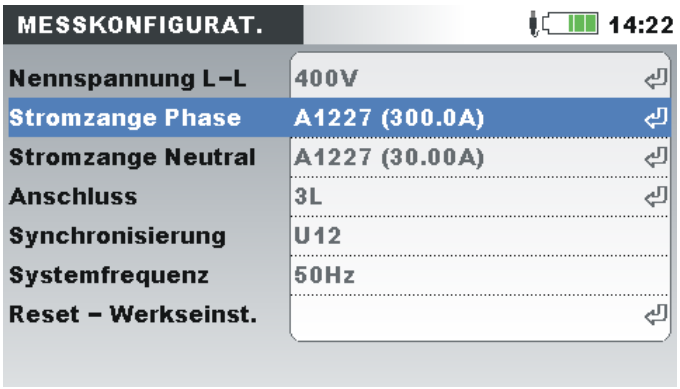


Abbildung 4.16: Automatisch erkannte Einstellungen für die Stromzangen

Beim nächsten Mal wird sich das Gerät an die Stromzangeneinstellungen erinnern. Deshalb muss der Benutzer lediglich:

1. Die Stromzangen in die Stromeingangsanschlüsse des Geräts einstecken
2. Schalten Sie das Gerät ein

Das Gerät erkennt die Stromzangen automatisch und stellt die Bereiche ein, die bei der vorherigen Messung eingerichtet wurden. Wenn die Stromzangen abgetrennt waren, erscheint auf dem Bildschirm das folgende Dialogfenster (siehe folgende Abbildung). Mit den Cursor-Tasten wählen Sie den Strombereich der Smart-Stromzangen aus.

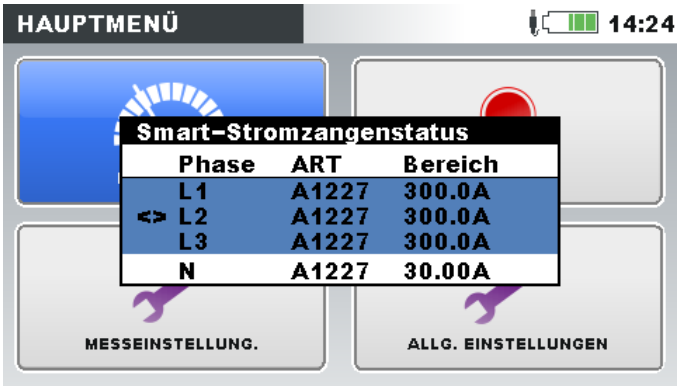


Abbildung 4.17: Automatisch erkannter Stromzangenstatus

Tabelle 4.1: Tasten im Dialogfenster für die Smart-Stromzangen

	Ändert den Strombereich der Stromzangen.
	Wählt die Stromzange für Phasen- oder Neutralleiter aus.
	Bestätigt den ausgewählten Bereich und kehrt zum vorherigen Menü zurück.

Das Menü Stromzangenstatus zeigt an, dass die gegenwärtig im Menü Stromzangeneinrichtung definierte Stromzange nicht mit der momentan vorhandenen Stromzange übereinstimmt.

Hinweis: Trennen Sie die Smart-Stromzangen während einer laufenden Aufzeichnung nicht ab.

4.2.4 Anschluss des Temperaturmessfühlers

Eine Temperaturmessung wird mithilfe des Smart-Temperaturmessfühlers durchgeführt, der an den neutralen Stromeingang IN angeschlossen wird. Um die Erkennung der Smart-Stromzange zu aktivieren, muss beim ersten Mal folgende Prozedur durchgeführt werden:

1. Schalten Sie das Gerät ein
2. Schließen Sie den Temperaturmessfühler an den neutralen Stromeingangsanschluss des Geräts an
3. Öffnen Sie: das Menü Messeinstellungen ➔ Anschlusseinrichtung ➔ Stromzange Neutralleiter
4. Wählen Sie: Smart-Stromzangen
5. Der Temperaturmessfühler wird jetzt vom Gerät automatisch erkannt.

Das Gerät wird sich die Einstellungen für das nächste Mal merken. Deshalb muss der Benutzer lediglich den Temperaturmessfühler an das Gerät anschließen.

4.2.5 Anschluss eines Geräts zur Synchronisierung der GPS-Zeit

Das Power Master kann seine Systemuhr mit der Coordinated Universal Time (UTC-Zeit) synchronisieren, die von einem extern angeschlossenen GPS-Modul geliefert wird

(optionales Zubehör - A 1355). Um diese spezielle Funktion nutzen zu können, muss im MENÜ KOMMUNIKATION das GPS aktiviert sein. Für Einzelheiten - siehe 3.20.1. Wenn dies geschehen ist, kann das GPS-Modul an die PS/2-Kommunikationsschnittstelle angeschlossen werden. Bei der Funktionsweise des GPS-Moduls unterscheidet das Power Master zwei verschiedene Zustände.

Tabelle 4.2: GPS-Funktion

	GPS-Modul erkannt, ungültige Position oder kein Empfang eines GPS-Satellitensignals.
	GPS-Modul erkannt, Empfang eines GPS-Satellitensignals, Datum und Uhrzeit sind gültig und wurden synchronisiert, Synchronisierungsimpuls ist aktiv

Wenn eine Ausgangsposition bestimmt wurde, wird das Gerät die Uhrzeit und das Datum vom GPS + die Zeitzone einstellen, die der Benutzer im Menü „Einst. Datum/Uhrzeit“ gewählt hat (*siehe Abbildung unten*).

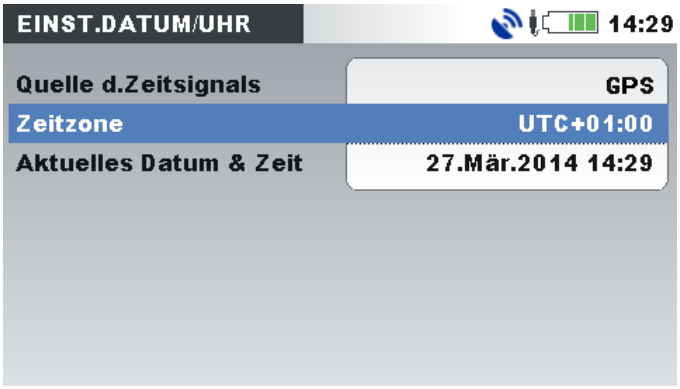
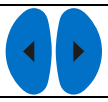


Abbildung 4.18: Bildschirm zum Einstellen der Zeitzone

Tabelle 4.3: Tasten auf dem Bildschirm zum Einstellen der Zeitzone

	Ändert die Zeitzone.
ESC	Bestätigt die Zeitzone und kehrt zum Menü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

Wenn die Zeitzone eingestellt wurde, synchronisiert das Power Master seine Systemzeit und die interne Echtzeituhr mit der empfangenen UTC-Zeit. Das GPS-Modul versorgt das Gerät ebenfalls jede Sekunde mit extrem genauen Synchronisierungsimpulsen (PPS - Pulse Per Second) zu Synchronisierungszwecken bei verloren gegangenem Satellitenempfang.

Hinweis: Die GPS-Synchronisierung muss vor dem Beginn der Messungen erfolgt sein.

Weitere Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch des GPS-Empfängers (A 1355).

4.3 Verbindung des Remote-Geräts (über das Internet)

4.3.1 Kommunikationsprinzip

Für eine Verbindung zu PowerView übers Internet verwendet das Gerät Power Master das Ethernet. Da Unternehmen häufig mit Firewalls die Optionen für den Internetverkehr einschränken, wird die gesamte Kommunikation über einen dedizierten „Metrel-Server“ geleitet. Auf diesem Wege können das Gerät und PowerView eventuelle Beschränkungen durch eine Firewall und einen Router umgehen. Die Kommunikation wird in vier Schritten aufgebaut:

1. Der Benutzer öffnet die Kommunikationsparameter des Geräts (am Remote-Standort) und prüft, ob eine Verbindung zum Metrel-Server aufgebaut werden kann (Icon in der Statusleiste).
2. Der Benutzer gibt die Kommunikationsparameter in PowerView (am hiesigen Ort) ein und nimmt die Verbindung zum Metrel-Server auf.
3. Das Gerät verbindet sich über den Metrel-Server mit PowerView.

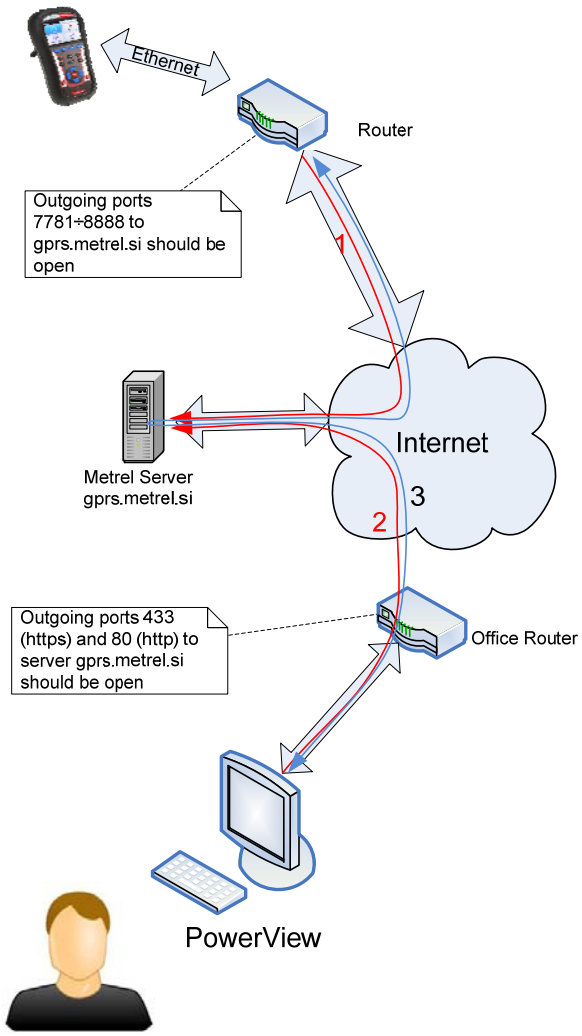


Abbildung 4.19: *Schematische Darstellung von Remote-Messungen*

4.3.2 Einrichtung des Geräts am Remote-Messort

Der Aufbau am Remote-Standort beginnt mit dem Anschluss des Geräts Power Master an das Netz oder den Messpunkt. Da eine Messkampagne Tage oder sogar Wochen dauern kann, ist es erforderlich, eine zuverlässige Stromversorgung für das Gerät sicherzustellen. Zusätzlich können voll aufgeladene Gerätebatteriezellen bei Unterbrechungen und Stromausfällen das Gerät für mehr als 5 Stunden mit Strom versorgen. Nach dem Aufbau des Geräts müssen die Verbindungsparameter eingestellt werden.
Damit über die PC-Software PowerView v3.0 eine Remote-Verbindung zum Gerät aufgebaut werden kann, müssen die Kommunikationsparameter des Geräts konfiguriert werden. Die Abbildung unten zeigt das Menü KOMMUNIKATION in ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN.

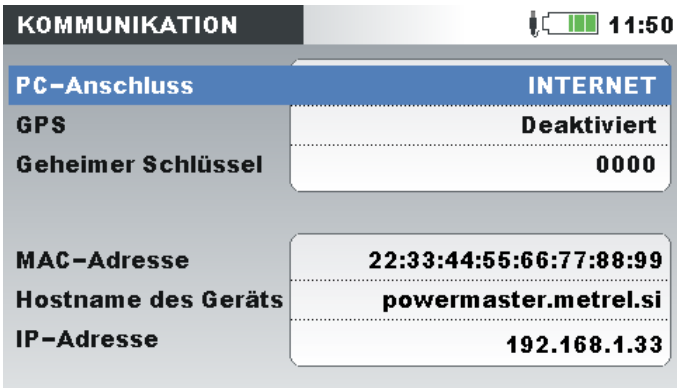


Abbildung 4.20: Bildschirm zur Einrichtung der Internetverbindung

Folgende Parameter müssen eingegeben werden, um eine Kommunikation übers Internet aufzubauen:

Tabelle 4.4: Parameter zur Einrichtung des Internets

PC-Anschluss	**Internet**	Wählen Sie die Internetverbindung, um über den Internetanschluss mit PowerView zu kommunizieren.
Geheimer Schlüssel	**0000**	Geben Sie den Zifferncode ein (4 Stellen). Der Benutzer muss diese Nummer aufbewahren, da sie später während des Verbindungsaufbaus von PowerView abgefragt wird.

Nach Eingabe der Parameter muss der Benutzer das Ethernetkabel anschließen. Das Gerät bezieht eine IP-Adresse vom DHCP-Server. Die Vergabe einer neuen IP-Nummer kann bis zu 2 Minuten dauern. Hat das Gerät eine IP-Adresse erhalten, wird es versuchen, sich mit dem Metrel-Server zu verbinden, über den die Kommunikation mit PowerView sichergestellt wird. Wenn die Verbindung vollständig hergestellt ist, erscheint das Icon in der Statusleiste.
Wie aus der Tabelle unten ersichtlich, kann auch der Verbindungsstatus in der Statusleiste beobachtet werden.

Tabelle 4.5: Internet-Icons der Statusleiste

	Internetverbindung nicht vorhanden. Gerät versucht, eine IP-Adresse zu beziehen und sich mit dem Metrel-Server zu verbinden.
	Gerät ist mit dem Internet und dem Metrel-Server verbunden und kommunikationsbereit.
	Gerät ist mit PowerView verbunden.

4.3.3 Einrichtung von PowerView für den Remote-Zugriff auf das Gerät

Für einen Remote-Zugriff auf das Gerät muss die PC-Software PowerView v3.0 richtig konfiguriert sein (für die Installation der Software auf Ihrem PC schauen Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0 nach). PowerView v3.0 kommuniziert über die Ports 80 und 443, dieselben wie Ihr Internetbrowser.

Einstellungen in PowerView

So wie in der Abbildung unten dargestellt, drücken Sie auf Stumm

in der Symbolleiste, um die Einstellungen für eine Remote-Verbindung zu öffnen.

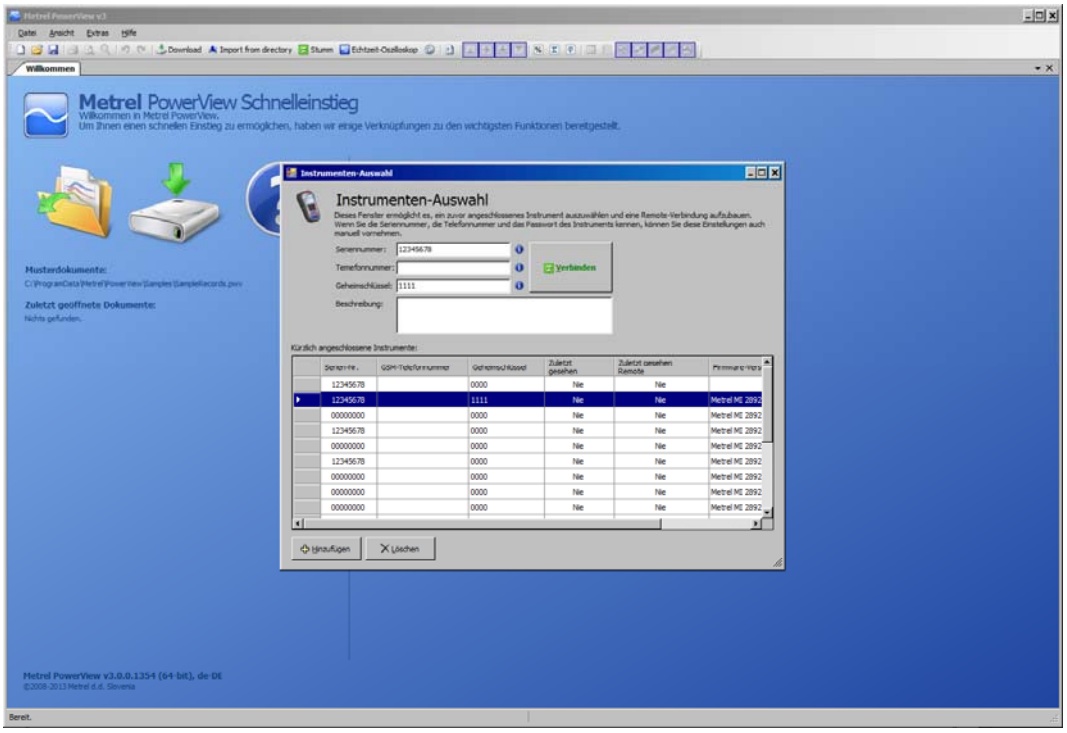


Abbildung 4.21: *Einstellungsformular von PowerView v3.0 für die Remote-Verbindung*

Folgende Angaben muss der Benutzer in das Formular eingeben:

Tabelle 4.6: Parameter des Formulars zur Geräteauswahl

Seriennummer:	**Erforderlich**	Geben Sie die Seriennummer des Power Master ein
Telefonnummer:	**Nicht erforderlich**	Lassen Sie dieses Feld leer
Geheimer Schlüssel:	**Erforderlich**	Geben Sie den Zahlencode ein, der im Menü des Geräts für die Verbindungseinrichtung eingegeben wurde als: **Geheimer Schlüssel**
Beschreibung:	**Optional**	Geben Sie eine Gerätebeschreibung ein

Durch Drücken des Buttons **+Hinzufügen** kann der Benutzer eine weitere Gerätekonfiguration hinzufügen. Mit dem Button **X Löschen** wird die ausgewählte Gerätekonfiguration aus der Liste gelöscht. Durch Drücken des Buttons

beginnt der Verbindungsaufbau.

4.3.4 Remote-Verbindung

Verbindungsaufbau

Nach Eingabe der Remote-Einstellungen in PowerView v3.0 und Drücken des Buttons **Verbinden** wird das Fenster Remote-Verbindung geöffnet (unten dargestellt).

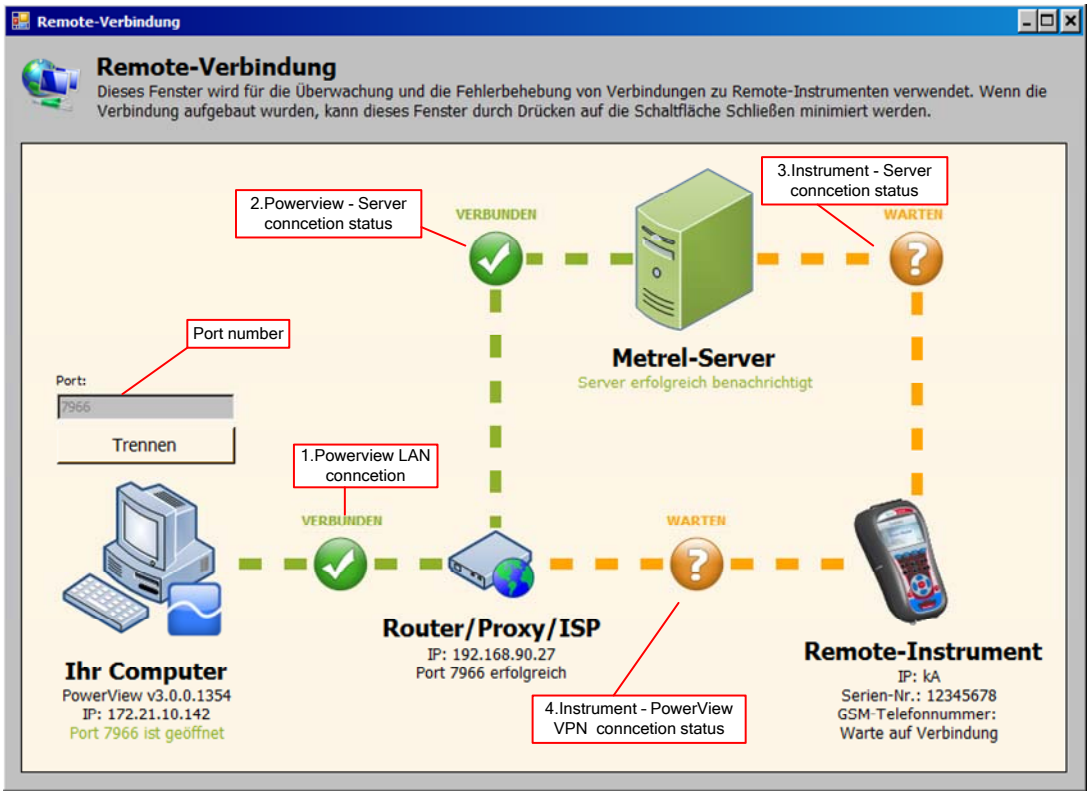


Abbildung 4.22: *Remote-Verbindungsmonitor von PowerView v3.0*

Dieses Fenster wird für die Überwachung und Fehlerbeseitigung in der Remote-Verbindung zum Gerät verwendet. Die Remote-Verbindung kann in 4 Schritte unterteilt werden.

Schritt 1: PowerView v3.0-Verbindung zum Local Area Network (LAN)
Nach dem Öffnen von „Remote-Verbindung" wird PowerView v3.0 versuchen, automatisch eine Internetverbindung herzustellen. Für den Verbindungsaufbau benötigt PowerView v3.0 eine http-Verbindung zum Internet. Wie unten dargestellt, erscheint bei erfolgreicher Verbindungsherstellung zwischen den Icons „Ihr Computer" und „Router/Proxy/ISP" ein grünes Icon und der „VERBUNDEN"-Status. Bei einem FEHLER (ERROR) bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator, dass er Ihnen für PowerView v3.0 den http-Zugang zum Internet gewährt.

Schritt 2: PowerView v3.0-Verbindung zum Metrel-Server
Nach Aufbau der Internetverbindung gemäß Schritt 1 nimmt PowerView v3.0 Verbindung zum Metrel-Server auf. Wie in der Abbildung unten dargestellt, erscheint bei erfolgreicher Verbindungsherstellung zwischen den Icons „Metrel-Server" und „Router/Proxy/ISP" ein grünes Icon und der „VERBUNDEN"-Status. Bei einem FEHLER bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator um Hilfe. Beachten Sie, dass die ausgehende Kommunikation zu gprs.metrel.si über die Ports 80 und 443 möglich sein muss.

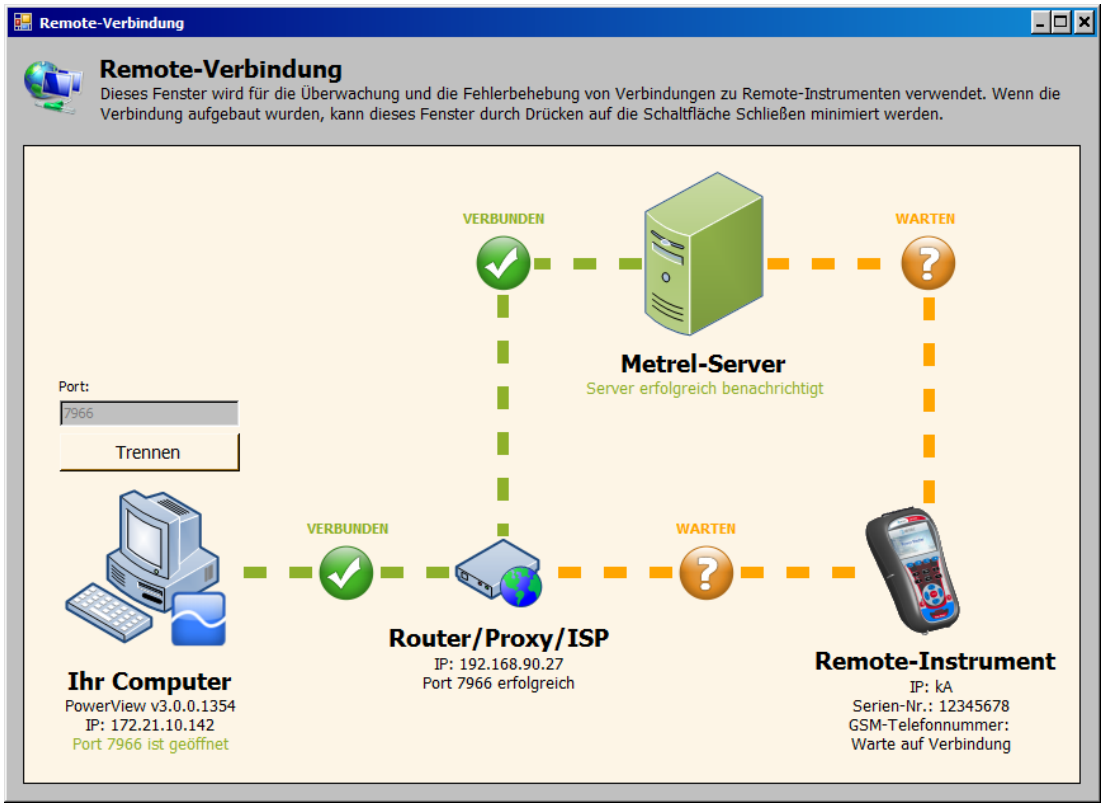


Abbildung 4.23: *PowerView-Verbindung zum LAN- und Metrel-Server hergestellt (Schritte 1 & 2)*

Hinweis: Die Schritte 1 und 2 werden automatisch ausgeführt, nachdem die „Remote-Verbindung" geöffnet wurde.

Schritt 3: Remote-Verbindung des Geräts zum Metrel-Server
Nachdem sich PowerView v3.0 erfolgreich mit dem Metrel-Server verbunden hat, überprüft der Server, ob Ihr Gerät auf Ihre Verbindung wartet. Wenn dies der Fall ist, stellt das Gerät die Verbindung mit dem Metrel-Server her. Wie in der Abbildung unten dargestellt, erscheint zwischen den Icons „Metrel-Server“ und „Remote-Gerät” ein grünes Icon und der „VERBUNDEN“-Status.

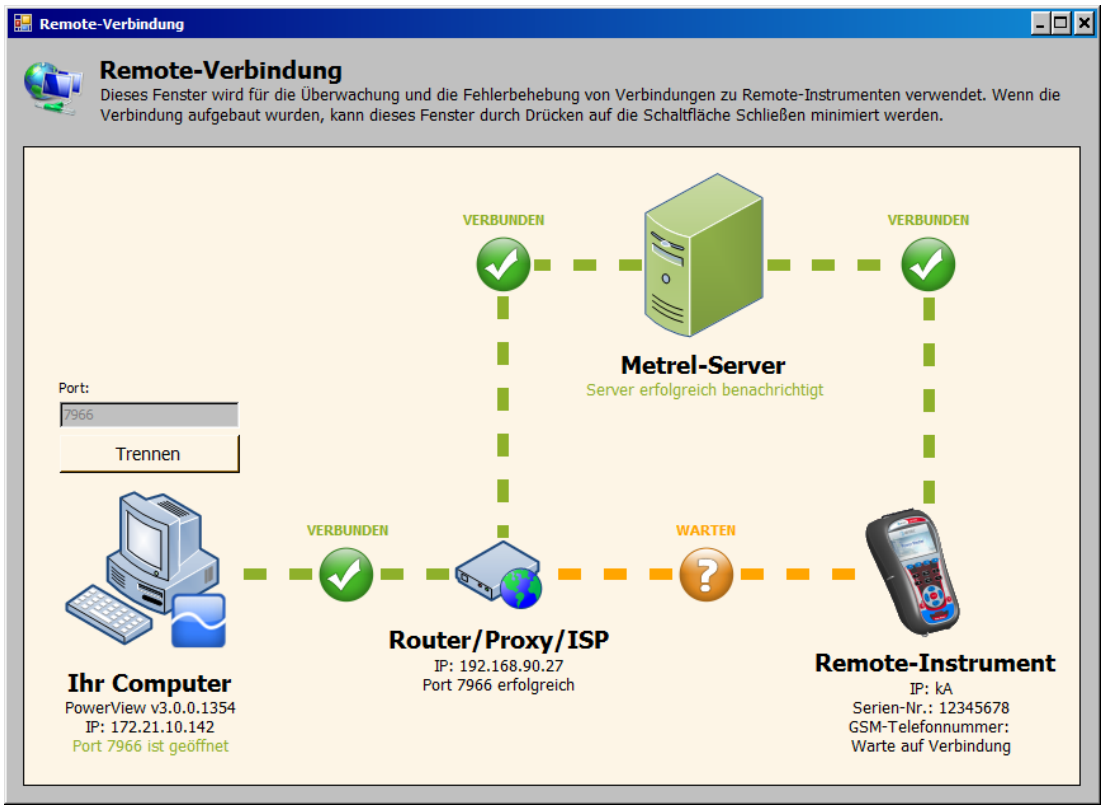


Abbildung 4.24: *Remote-Verbindung des Geräts zum Metrel-Server hergestellt (Schritt 3)*

Schritt 4: Verbindung des Remote-Geräts zu PowerView v3.0
Nachdem die ersten drei Schritte erfolgreich abgeschlossen wurden, verbindet sich das Power Master-Gerät automatisch per VPN-Verbindung über den Metrel-Server mit PowerView v.3.0 und stellt die Verbindung her.
Wenn die Verbindung des Remote-Geräts zu PowerView v3.0 erfolgreich hergestellt wurde, erscheint zwischen den Icons „Router/Proxy/ISP“ und „Remote-Gerät“ ein grünes Icon und der „VERBUNDEN“-Status, so wie in der Abbildung unten dargestellt. Das Fenster kann nun geschlossen werden, da es nicht mehr benötigt wird. Es sollte jetzt der Zugriff auf das Remote-Gerät gewährleistet sein, der in den folgenden Abschnitten beschrieben wird.
Falls die Verbindung unterbrochen wird, erscheint im PowerView-Fenster für die Remote-Verbindung die Statusanzeige „FEHLER“ oder “WARTE“. Die Verbindung wird automatisch wiederhergestellt und der gestartete Vorgang fortgesetzt.

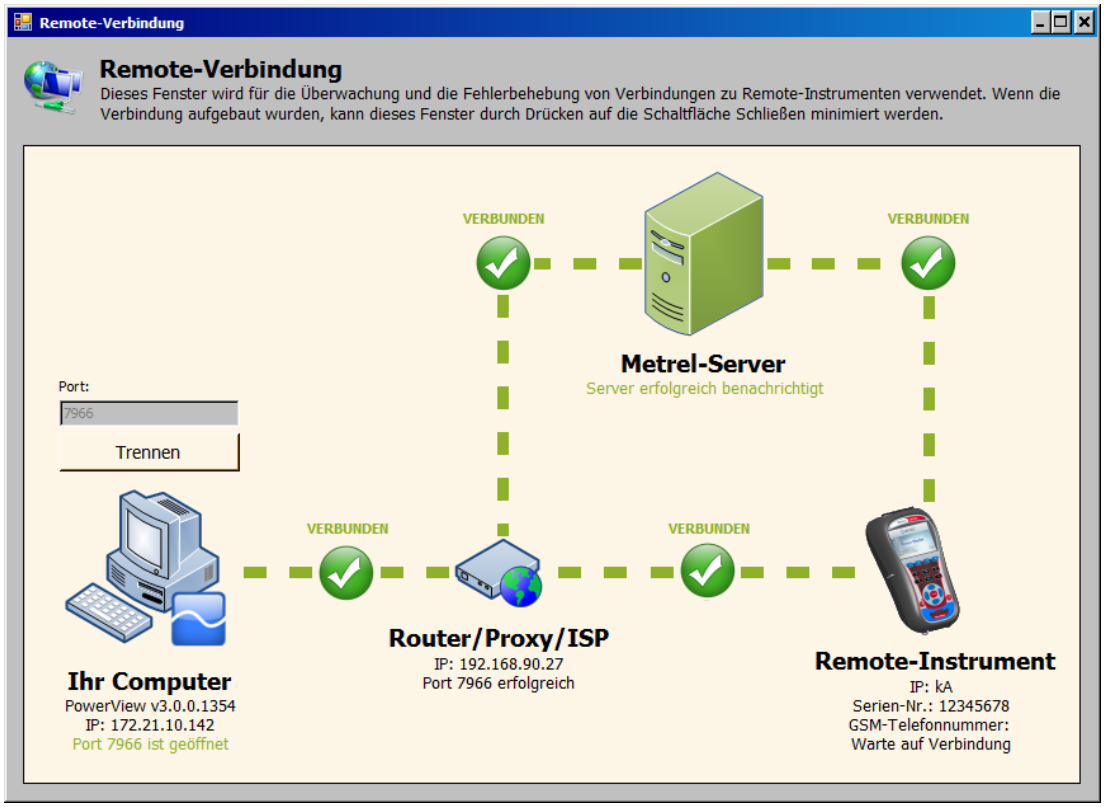


Abbildung 4.25: *Verbindung des Remote-Geräts mit PowerView v.3.0 hergestellt (Schritt 4)*

Während die Daten aktualisiert werden, wird der Remote-Button grün dargestellt, um anzuzeigen, dass die Verbindung aktiv ist. Siehe auch Abbildung unten. Falls er in der Farbe Orange erscheint, bedeutet dies, dass die Verbindung unterbrochen wurde und vom Benutzer neu initialisiert werden muss.

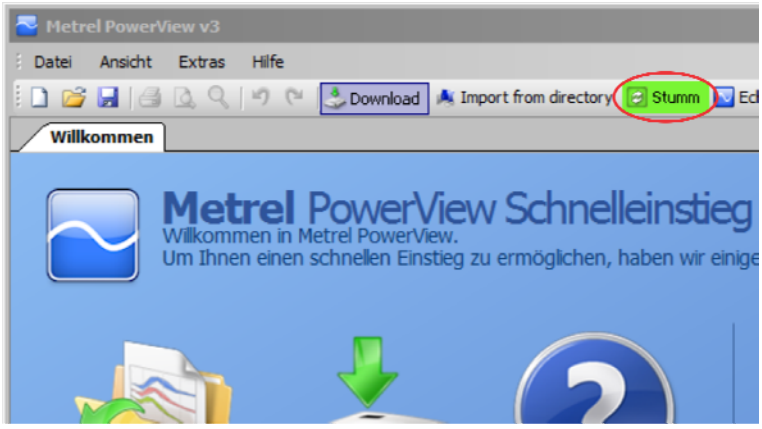
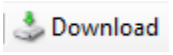


Abbildung 4.26: *Anzeige einer aktiven Verbindung*

Der Bildschirm zur Remote-Verbindung kann auch über die Taskleiste von Windows durch Klicken auf das Icon geöffnet werden. Dies ist besonders zweckdienlich, um das Gerät und PowerView v3.0 nach einem Netzwerkfehler erneut zu verbinden.

Abbildung 4.27*: Icon der Remote-Verbindung*

Herunterladen von Daten

Wenn die Einstellungen zur Remote-Verbindung korrekt sind und das „Remote-Gerät“ mit PowerView v3.0 verbunden ist, ist ein Download der Daten möglich. Öffnen Sie das Download-Fenster durch Drücken von F5 oder durch Klicken auf den Button 

in der Symbolleiste oder durch Auswahl von „Download“ im Menü „Werkzeuge“.
Das Download-Fenster wird geöffnet und PowerView v3.0 versucht sofort, sich mit dem Gerät zu verbinden und das Gerätemodell sowie die Firmware-Version festzustellen.

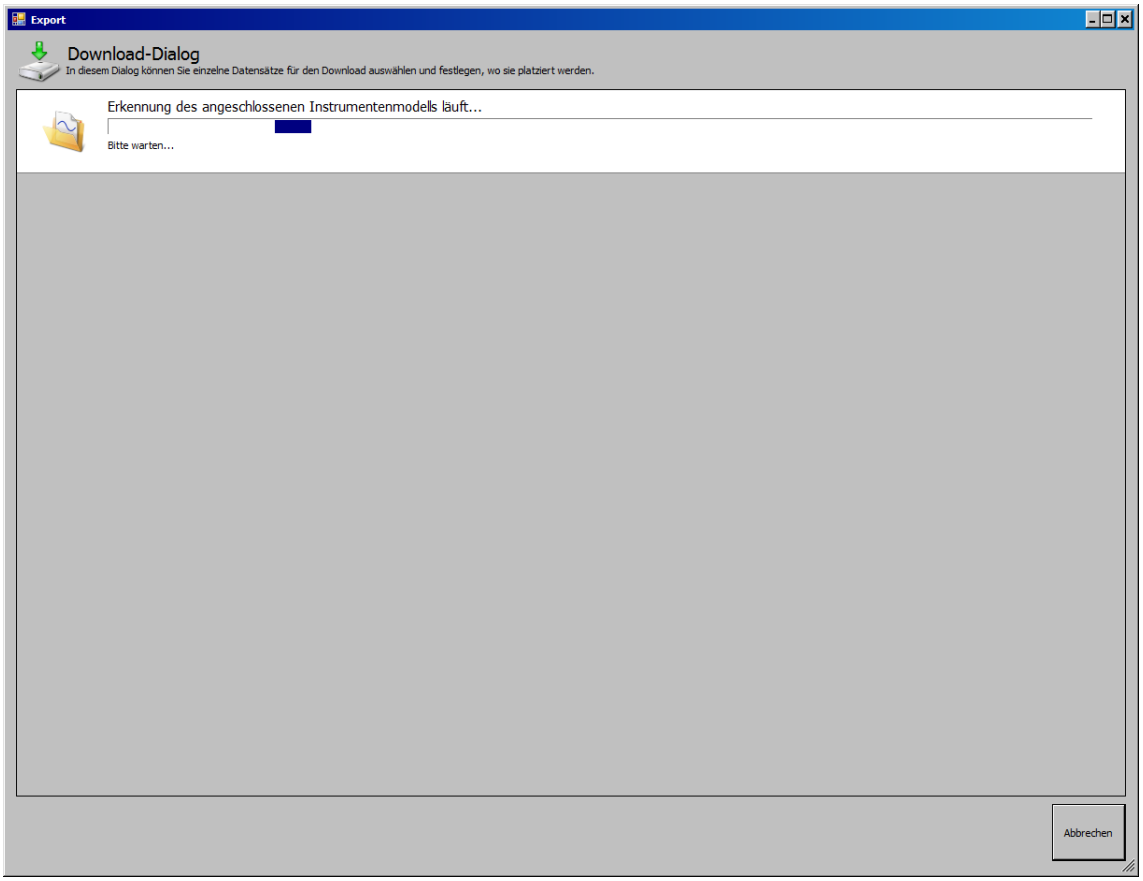

Export
Download-Dialog
In diesem Dialog können Sie einzelne Datensätze für den Download auswählen und festlegen, wo sie platziert werden.
Erkennung des angeschlossenen Instrumentenmodells läuft...
Bitte warten...
Abbrechen

Abbildung 4.28: *Feststellung des Gerätetyps*

Nach einem Augenblick sollte der Gerätetyp festgestellt sein oder es wird eine Fehlermeldung empfangen, zusammen mit einer entsprechenden Erläuterung. Wenn die Verbindung nicht hergestellt werden kann, überprüfen Sie bitte Ihre Verbindungseinstellungen.

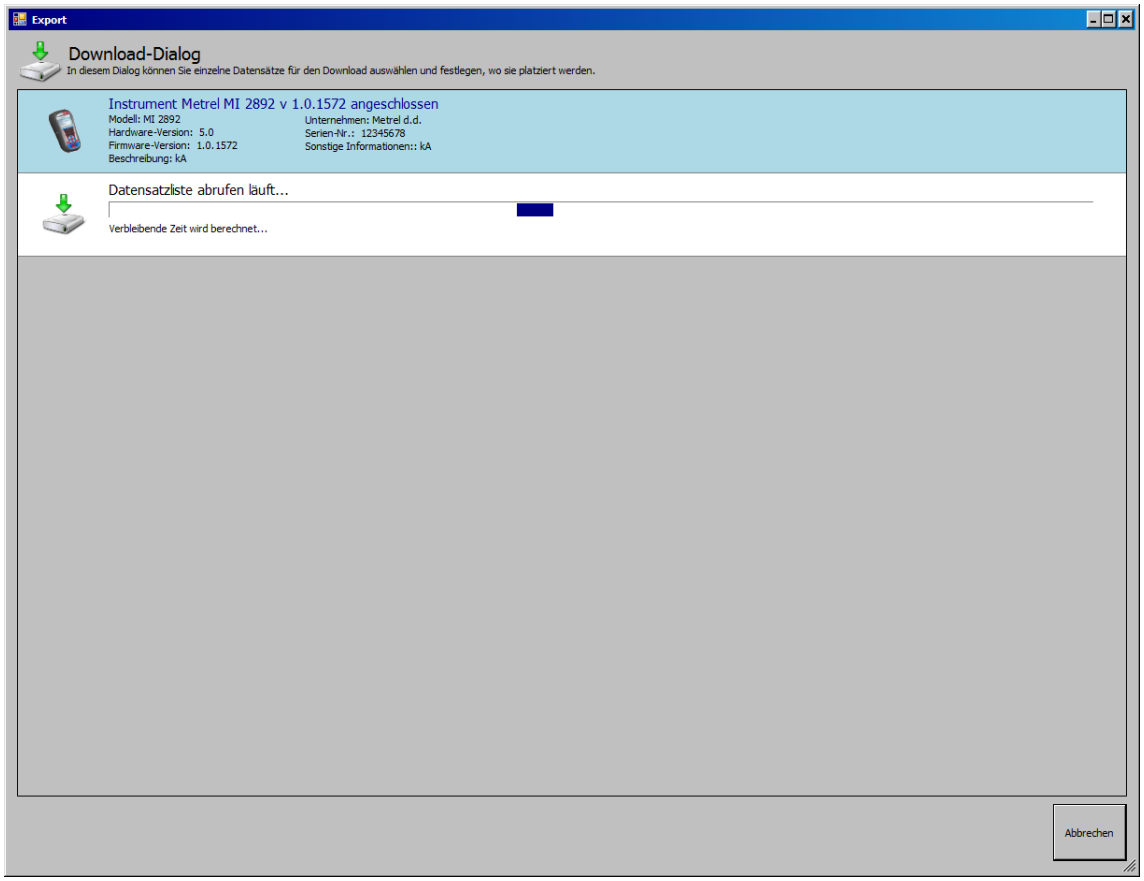


Abbildung 4.29: *Herunterladen der Liste mit den Aufzeichnungen*

Wenn das Gerätemodell festgestellt wurde, lädt PowerView v3.0 eine Liste mit den Aufzeichnungen vom Gerät herunter. Auf dieser Liste kann eine beliebige Aufzeichnung durch einfaches Anklicken ausgewählt werden. Außerdem steht das Auswahlkästchen „Alle aus-/abwählen“ zur Verfügung, um alle Aufzeichnungen auf der angezeigten Seite aus- oder abzuwählen. Die ausgewählten Aufzeichnungseinträge erhalten einen grünen Hintergrund.

Vor dem Download kann für jede Aufzeichnung ein Knoten mit dem Bestimmungsstandort festgelegt werden. Jeder Eintrag in einer Liste enthält eine Dropdown-Liste mit den Standorten aus allen Dokumenten, die gegenwärtig in PowerView v3.0 geöffnet sind. Wenn kein Dokument geöffnet ist, werden die Aufzeichnungen für einen neuen Standort und in einer neuen Datei gespeichert.

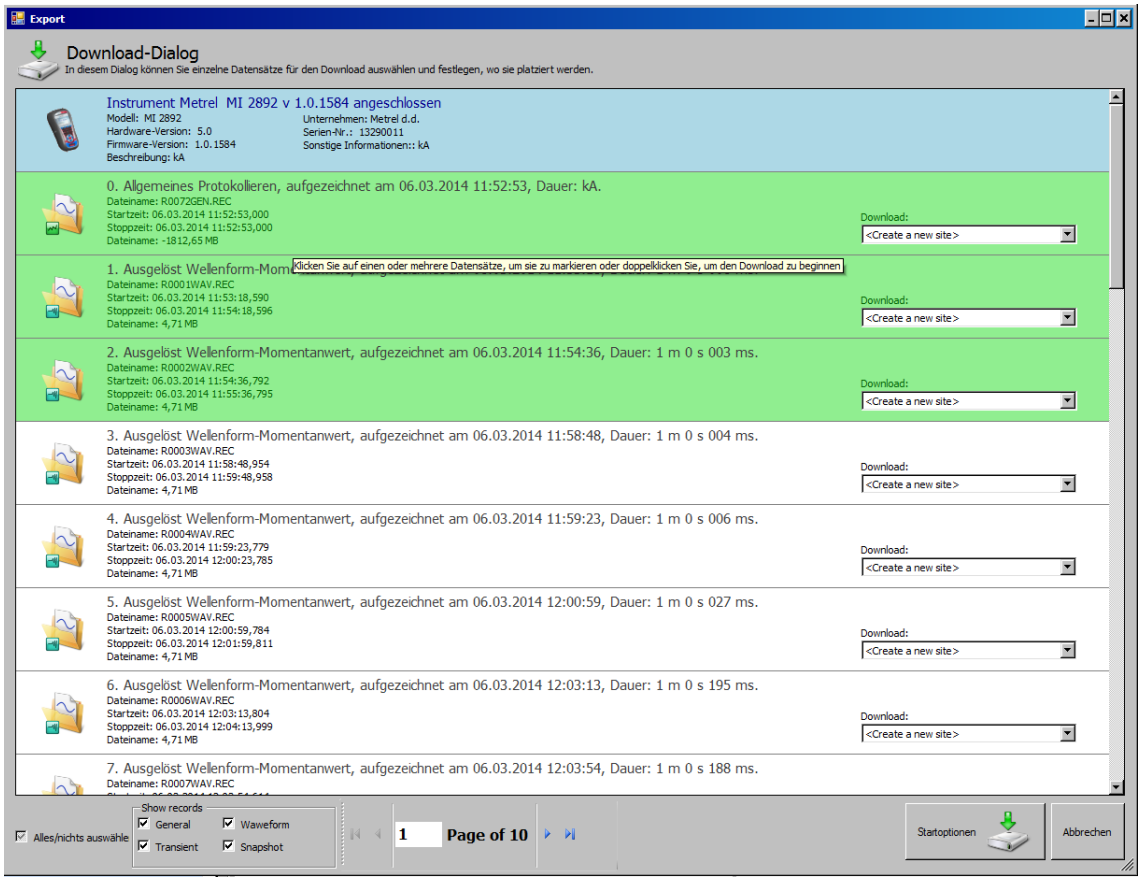
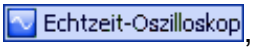


Abbildung 4.30: *Auswahl von Aufzeichnungen aus einer Liste zum Download*

Die Abbildung oben zeigt ein Beispiel, in dem die ersten beiden Aufzeichnungen ausgewählt wurden. Zum Start des Downloads klicken Sie auf den Button „Import starten“.

Sofort nach dem Download wird in PowerView v3.0 ein neues Dokumentenfenster mit den ausgewählten Aufzeichnungen angezeigt, die in einem neuen Standortknoten platziert sind. An diesem Punkt wird immer eine Sicherung der PowerView v3.0-Datei durchgeführt, die in einer a *.zip-Datei komprimiert und im Ordner *MyDocuments/Metrel/PowerView/PQData* abgelegt wird. Diese Sicherungskopie wird jedes Mal erstellt, wenn eine Datei erstellt oder geöffnet wird. Damit ist sichergestellt, dass Sie alle heruntergeladenen Daten im Falle eines versehentlichen Löschens oder Veränderns wiederherstellen können. Beachten Sie jedoch, dass im Download-Fenster nicht ausgewählte Aufzeichnungen nicht heruntergeladen wurden und damit auch nicht auf der Festplatte gespeichert sind. Überprüfen Sie daher, dass alle relevanten Aufzeichnungen heruntergeladen wurden, bevor Sie diese auf dem Gerät löschen.

Echtzeit-Oszilloskop

Wenn die Einstellungen zur Remote-Verbindung korrekt sind und das Remote-Gerät mit PowerView v3.0 verbunden ist, klicken Sie auf den Button 

, um das Fenster des Echtzeit-Oszilloskops zu öffnen. Es öffnet sich ein neues Dokumentenfenster, wie auf dem Bild unten dargestellt.

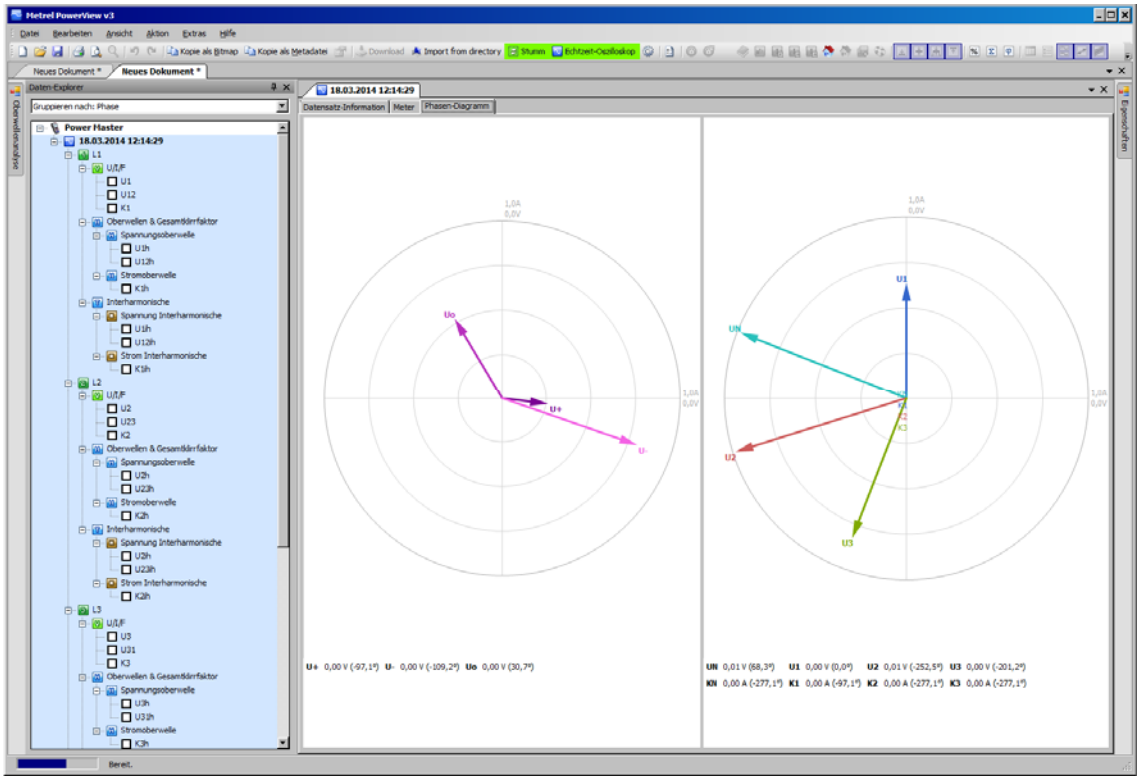


Abbildung 4.31: *Fenster des Echtzeit-Oszilloskops bei einer Remote-Verbindung, mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen*

Die Abbildung oben zeigt ein Online-Fenster mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen. Solange die Online-Ansicht aktiv ist, werden die Daten automatisch aktualisiert. Die Aktualisierungsgeschwindigkeit hängt von der Geschwindigkeit Ihrer Verbindung ab. Um die schnellstmögliche Aktualisierungsrate sicherzustellen, wird jedes neue Update initiiert, sobald das vorherige heruntergeladen wurde. Während das Echtzeit-Oszilloskop aktiv ist, wird der Button Echtzeit-Oszilloskop grün angezeigt, um darauf hinzuweisen, dass die Verbindung aktiv ist.

Je nach Geschwindigkeit Ihrer Verbindung kann es einige Sekunden dauern, bis das Gerät erkannt wurde und das erste Echtzeit-Oszilloskop heruntergeladen ist. Wenn die erste Aufzeichnung angezeigt wird, werden alle drei Baumknoten vollständig ausgedehnt, um eine einfachere Kanalauswahl zu ermöglichen. Sie werden vielleicht bemerkt haben, dass der Knoten der heruntergeladenen Aufzeichnung nicht, wie die anderen Aufzeichnungen, in einem Standortknoten platziert ist, sondern vielmehr in einem besonderen Geräteknoten. Diese Aufzeichnung kann jedoch zu jedem anderen Knoten verschoben oder dort gespeichert werden.

Zum Schließen der Online-Ansicht klicken Sie auf den Button Echtzeit-Oszilloskop oder schließen das Online-Fenster.

Konfiguration des Remote-Geräts

Das Werkzeug zur Gerätekonfiguration unterstützt Sie beim Ändern von Geräteeinstellungen, dem Verwalten von Aufzeichnungseinstellungen, dem Starten oder Stoppen von Aufzeichnungen und bei der Remote-Speicherverwaltung. Zu Beginn wählen Sie im PowerView v3.0-Menü „Werkzeuge“ die Option „Konfiguration des

Remote-Geräts“ aus. Auf dem Bildschirm sollte nun das in der Abbildung unten dargestellte Formular erscheinen.
Hinweis: Das in 4.3 beschriebene Verfahren für eine Remote-Verbindung muss erfolgreich durchgeführt worden sein, bevor mit der Konfiguration des Remote-Geräts begonnen wird.

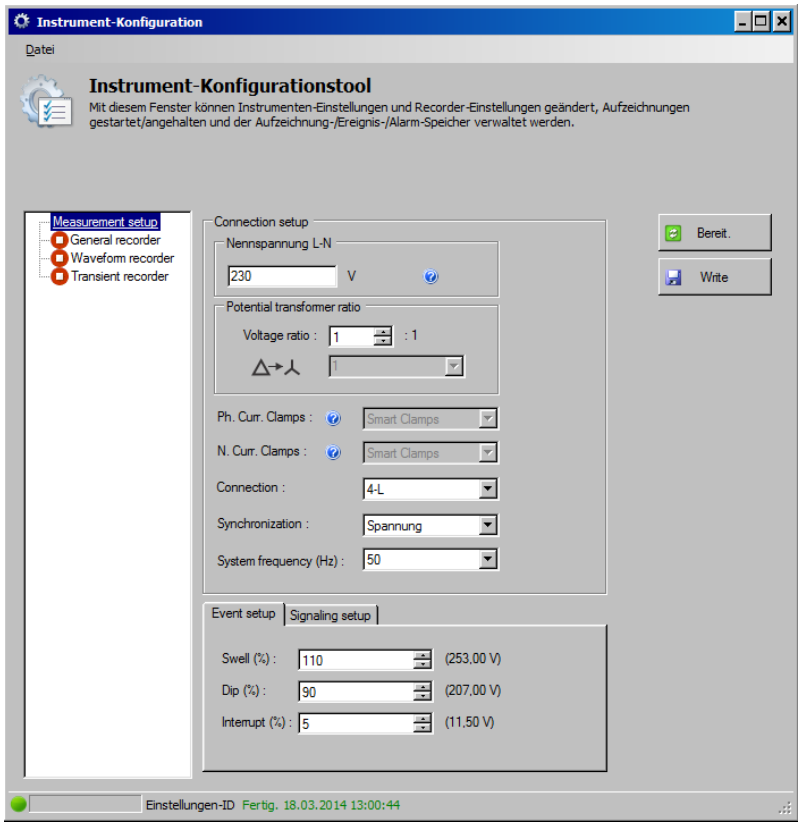


Abbildung 4.32: *Formular zur Konfiguration des Remote-Geräts*

Klicken Sie bitte auf den Button „Lesen“ um die derzeitigen Geräteeinstellungen zu erhalten. Nach dem Empfang der Daten vom Remote-Gerät sollte das Formular mit Daten ausgefüllt sein, so wie in der Abbildung unten dargestellt. Geänderte Parameter werden durch Klicken auf den Button „Schreiben“ an das Gerät zurückgesendet.
Um die Rekorder des Geräts fern zu bedienen, drücken Sie bitte auf den Knoten „Rekorder“ gemäß der Abbildung unten. Der Benutzer kann jeden der Geräterekorder auswählen und die dazu gehörenden Parameter konfigurieren. Für eine Beschreibung der einzelnen Rekordereinstellungen schauen Sie bitte in den entsprechenden Abschnitten dieses Handbuchs nach. Geänderte Parameter werden durch Klicken auf den Button „Schreiben“ an das Gerät zurückgesendet.

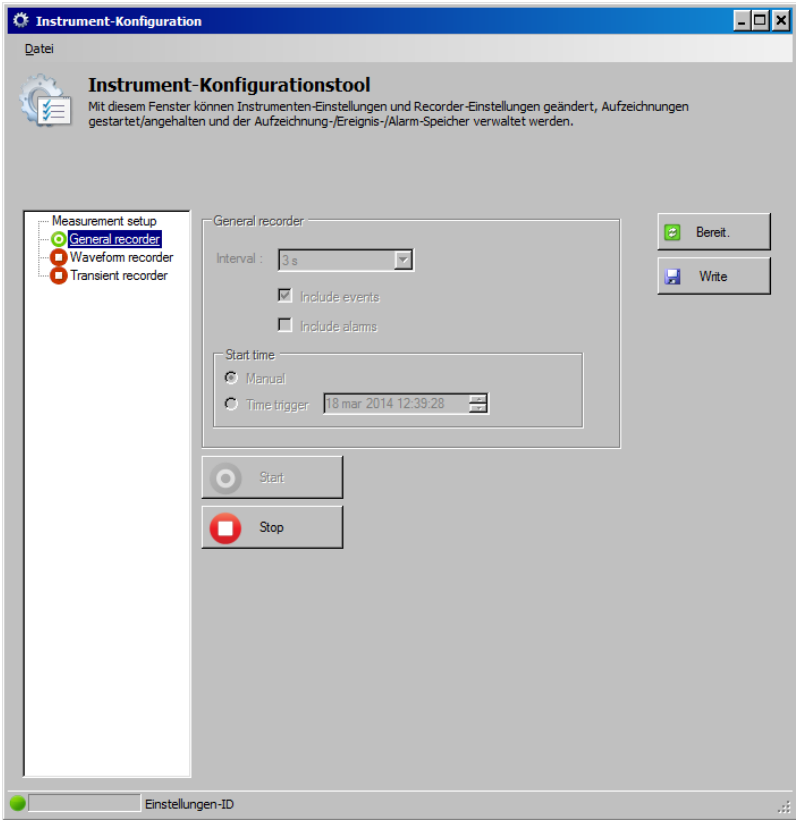


Abbildung 4.33: *Konfiguration des Remote-Rekorders*

Durch Klicken auf den Button „Start“ startet das Gerät den ausgewählten Rekorder genauso, als ob der Benutzer diesen Rekorder direkt am Gerät starten würde. Ein grünes Icon zeigt an, dass der Rekorder aktiv ist, während ein roter darauf hinweist, dass der Rekorder gestoppt wurde.
Außerdem deaktiviert PowerView v3.0 während der Aufzeichnung das Ändern von Parametern. Der Auslöse-Button im Wellenform- oder Transienten-Rekorder wird den Rekorder auf gleiche Weise auslösen, wie der Button AUSLÖSER am Gerät, wenn er gedrückt wird. Die Aufzeichnung kann durch Drücken des Buttons „Stopp“ beendet werden, oder sie endet automatisch, nachdem bestimmte Bedingungen erfüllt sind, z. B. nach einer vorgegebenen Zeit oder nach dem Festhalten eines Ereignisses. Durch Drücken auf den Button „Lesen“ kann der Benutzer jederzeit den Gerätestatus abrufen.

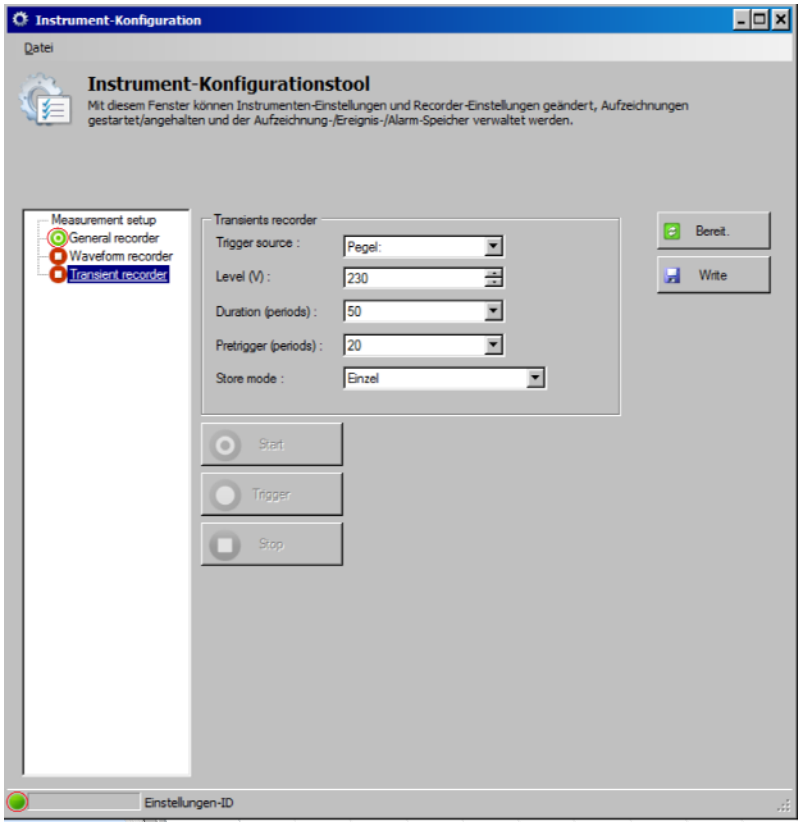


Abbildung 4.34: *Aufzeichnung läuft*

4.4 Anzahl der gemessenen Parameter und Zusammenhänge mit der Anschlussarten

Die vom Power Master gemessenen und angezeigten Parameter, die hauptsächlich vom Netztyp abhängen, sind im Menü ANSCHLUSSEINRICHTUNG - Anschluss-Art festgelegt. Wenn beispielsweise der Benutzer ein einphasiges Anschlusssystem wählt, sind nur die Messungen verfügbar, welche mit dem Einphasensystem zusammenhängen. Die Tabelle unten zeigt die Abhängigkeiten zwischen den Messparametern und der Netzart.

Tabelle 4.7: Vom Gerät gemessene Größen

		Anschlussart													
Menü		1L		3L				4L							
		L1	GND	L12	L23	L31	Ges	L1	L2	L3	GND	L12	L23	L31	Ges
Spannung	RMS	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	THD	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	Scheitelfaktor	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	Frequenz	•		•				•							
	Harmonische (0÷50)	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	Zwischenharm. (0÷50)	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	Unsymmetrie						•								•
	Flicker	•		•	•	•		•	•	•					
	Netzsignale	•		•	•	•		•	•	•					
	Ereignisse	•		•	•	•		•	•	•					
		L1	GND	L1	L2	L3	Ges	L1	L2	L3	GND	L12	L23	L31	Ges
Strom	RMS	•	•	•	•	•		•	•	•					
	THD	•	•	•	•	•		•	•	•					
	Harmonische (0÷50)	•	•	•	•	•		•	•	•					
	Zwischenharm. (0÷50)	•	•	•	•	•		•	•	•					
	Unsymmetrie						•								•
Verbr. Leistung	Zusammengesetzte	•					•	•	•	•					•
	Grundfrequente	•					•	•	•	•					•
	Nicht grundfreq.	•					•	•	•	•					•
	Energie	•					•	•	•	•					•

	Leistungsfaktoren	•					•	•	•	•					•
Erz. Leistung	**Zusammengesetzte**	•					•	•	•	•					•
	Grundfrequente	•					•	•	•	•					•
	Nicht grundfreq.	•					•	•	•	•					•
	Energie	•					•	•	•	•					•
	Leistungsfaktoren	•					•	•	•	•					•

Hinweis: Frequenzmessungen hängen vom Synchronisierungs (Referenz)-Kanal ab, der entweder Spannung oder Strom sein kann.

Gleichermaßen hängen die aufzuzeichnenden Größen auch von der Anschlussart ab. Die Signale im Menü ALLGEMEINER REKORDER und die für eine Aufzeichnung ausgewählten Kanäle werden entsprechend der Anschlussart gemäß nachstehender Tabelle ausgesucht.

Tabelle 4.8: Vom Gerät aufgezeichnete Größen

		Anschlussart													
Menü		**1L**		**3L**				**4L**							
		L1	**GND**	**L12**	**L23**	**L31**	**Ges**	**L1**	**L2**	**L3**	**GND**	**L12**	**L23**	**L31**	**Ges**
Spannung	**RMS**														
	THD														
	Scheitelfaktor														
	Frequenz														
	Harmonische (0÷50)														
	Zwischenharm. (0÷50)														
	Unsymmetrie														
	Flicker														
	Netzsignale														
	Ereignisse	•		•	•	•		•	•	•					
		L1	**GND**	**L1**	**L2**	**L3**	**Ges**	**L1**	**L2**	**L3**	**GND**	**L12**	**L23**	**L31**	**Ges**
Strom	**RMS**														
	THD														
	Harmonische (0÷50)														

	Zwischenharm. (0÷50)													
	Unsymmetrie													
Leistung	**Zusammengesetzte**													
	Grundfrequente													
	Nicht grundfreq.													
	Wirkenergie													
	Blindenergie													
	Leistungsfaktoren													

Legende:
- Maximalwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet.
- Quadratischer (RMS) oder arithmetischer Mittelwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet (für Einzelheiten - siehe 5.1.13).
- Minimalwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet.
- Aktiver quadratischer (RMS) oder arithmetischer (AvgON) Mittelwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet (für Einzelheiten - siehe 5.1.13).

5 Theorie und interne Funktionsweise

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen sowie technische Informationen zur internen Funktionsweise des Geräts Power Master, einschließlich der Beschreibung von Messverfahren und Protokollrichtlinien.

5.1 Messverfahren

5.1.1 Aggregation der Messungen über Zeitintervalle

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.4)

Das grundlegende Messzeitintervall für:
- Spannung
- Strom
- Leistung
- Harmonische
- Zwischenharmonische
- Netzsignale
- Unsymmetrie

ist ein 10/12-Zyklenintervall. Gemäß der IEC 61000-4-30 Klasse A wird die 10/12-Zyklenmessung bei jedem Tick des Intervalls erneut synchronisiert. Die Messverfahren basieren auf digitaler Abtastung der Eingangssignale, synchronisiert mit der Grundfrequenz. Jeder Eingang (4 Spannungs- und 4 Stromeingänge) wird gleichzeitig 1024 Mal in 10 Zyklen abgetastet.

5.1.2 Spannungsmessung (Ausmaß des Versorgungsspannung)

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.2)

Alle Spannungsmessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastungen der Spannungsgröße über ein 10/12-Zyklenintervall dar. Jedes 10er-Intervall ist angrenzend und nicht überlappend mit den angrenzenden 10er-Intervallen.

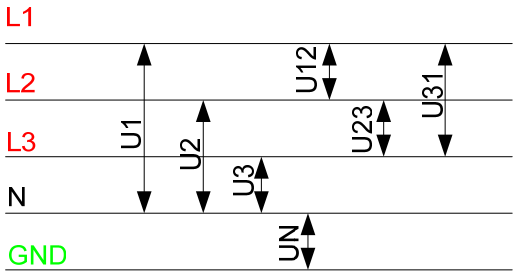


Abbildung 5.1: Phasen- und Phase-Phase-(Leiter)-Spannung

Die Spannungswerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenspannung: $$U_p = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} u_{p_j}^2}$$ *[V], p: 1,2,3,N* (1)

Leiterspannung: $$Upg = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} (u_{p_j} - u_{g_j})^2}$$ [V], *pg: 12,23,31* (2)

Phasenspannungs-Scheitelfaktor: $$CF_{Up} = \frac{U_{pPk}}{U_p}$$, *p: 1,2,3,N* (3)

Leiterspannungs-Scheitelfaktor: $$CF_{Upg} = \frac{U_{pgPk}}{U_{pg}}$$, *pg: 12, 23, 31* (4)

Das Gerät hat intern 3 Spannungsmessbereiche, die je nach Nennspannung automatisch gewählt werden.

5.1.3 Strommessung (Ausmaß des Versorgungsstroms)

Einhaltung der Norm: Klasse A (Abschnitt A.6.3)

Alle Strommessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastungen der Stromgröße über ein 10/12-Zyklenintervall dar. Jedes 10/12-Zyklenintervall ist angrenzend und nicht überlappend.
Die Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenstrom: $$I_p = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} I_{p_j}^2}$$ [A], *p: 1,2,3,N* (5)

Phasenstrom-Scheitelfaktor: $Ip_{cr} = \frac{Ip_{\max}}{Ip}$, *p: 1,2,3,N* (6)

Das Gerät hat intern zwei Strombereiche: einen 10 %- und einen 100 %-Bereich vom Nennstrom des Wandlers. Zusätzlich bieten die Smart-Stromzangenmodelle einige Messbereiche und eine automatische Erkennung.

5.1.4 Frequenzmessung

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.1)

Während der AUFZEICHNUNG mit einem Aggregationsintervall: ≥10 sec wird eine Frequenzablesung alle 10 s durchgeführt. Da die Leistungsfrequenz innerhalb des 10 s-Zeitintervalls nicht exakt 50 Hz betragen kann, kann die Zyklenanzahl auch nicht eine ganze Zahl sein. Der Grundfrequenz-Output ist der Anteil der Anzahl ganzer Zyklen, die während des 10 s-Zeitintervalls gezählt wurden, geteilt durch die kumulierte Dauer ganzer Zyklen. Harmonische und Zwischenharmonische werden mit einem digitalen Filter gedämpft, um die Effekte von multiplen Nulldurchgängen zu minimieren.
Die gemessenen Zeitintervalle sind nicht überlappend. Einzelne Zyklen, die die 10 s-Zeituhr überlappen, werden nicht berücksichtigt. Jedes 10 s- Intervall beginnt mit einer absoluten 10 s-Zeituhr, mit der Unsicherheit, die in Abschnitt 6.2.19 angegeben ist.

Für eine AUFZEICHNUNG mit Aggregationsintervall: ≤10 sec und Online-Messungen wird der Frequenzmesswert von der 10/12-Zyklenfrequenz bezogen. Die Frequenz ist der Anteil von 10 Zyklen, geteilt durch die Dauer der ganzen Zyklen.

Die Frequenzmessung wird auf dem Synchronisierungskanal *durchgeführt*, der im Menü ANSCHLUSSEINRICHTUNG gewählt wurde.

5.1.5 Leistungsmessung (erfüllt die Norm: IEEE 1459-2010)

Das Gerät führt Leistungsmessungen gemäß den Festlegungen der aktuellen Norm IEEE 1459 durch. Die alten Festlegungen zu Wirk-, Blind- und Scheinleistung bleiben so lange gültig, wie die Wellenformen von Strom und Spannung nahezu sinusförmig bleiben. Heutzutage trifft dies dort nicht zu, wo leistungselektronische Ausrüstungen wie regelbare Antriebe, gesteuerte Gleichrichter, Frequenzumrichter, Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten, Lichtbogen- und Induktionsöfen und Anhäufungen von Personalcomputern zum Einsatz kommen, die den stark wachsenden Hauptanteil an nicht linearen und parametrischen Lasten bei den Industrie- und Gewerbekunden ausmachen. Die neue Leistungstheorie unterteilt die Leistung in grundfrequente und nicht grundfrequente Komponenten, wie in der Abbildung unten dargestellt.

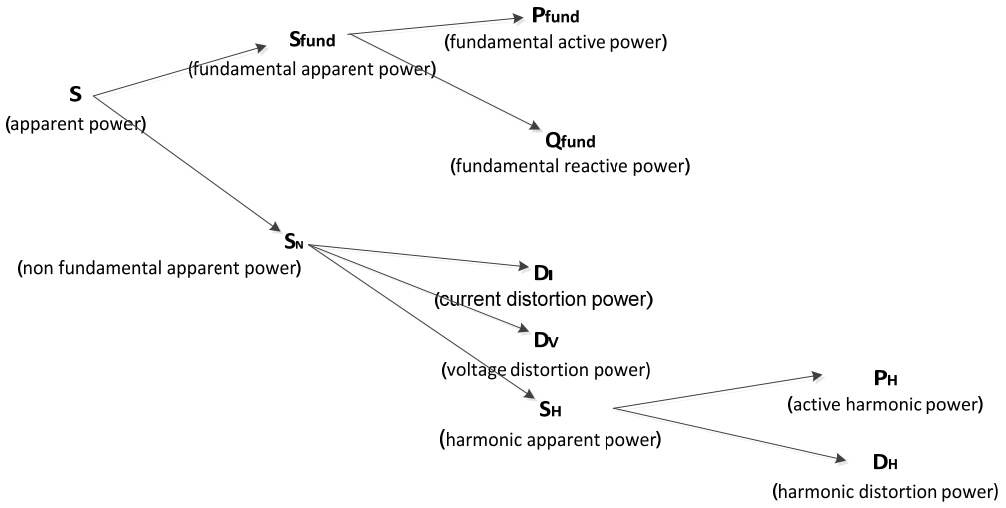


Abbildung 5.2: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Phase)

Die Tabelle zeigt eine Übersicht aller Leistungsmessungen. Die zusammengesetzte Leistung stellt die Theorie der „alten Leistungsmessung“ dar.

Tabelle 5.1: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen

Messgröße	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen	Nicht grundfrequente Leistungen
Scheinleistung (VA)	S	S_{fund}	S_N, S_H
Wirkleistung (W)	P	P_{fund}	P_H
Blindleistung (VAr)	N	Q_{fund}	D_I, D_V, D_H
Leitungsauslastung	$LF_{ind/kap}$	$VF_{ind/kap}$	-
Harmonische Verunreinigung (%)	-	-	S_N/S_{fund}

Wie in der Abbildung unten dargestellt, unterscheidet sich die Leistungsmessung in Dreiphasensystemen leicht.

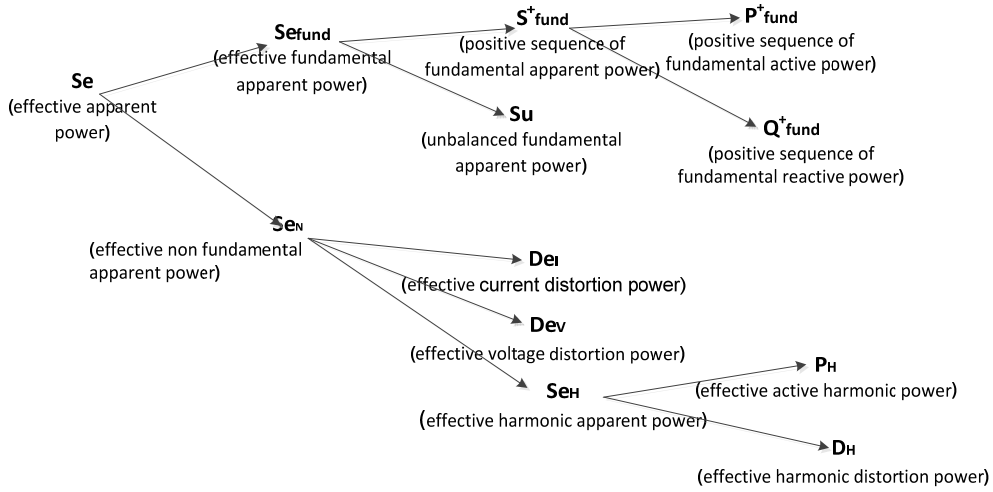


Abbildung 5.3: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Gesamt)

Tabelle 5.2: Zusammenfassung und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen

Messgröße	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen	Nicht grundfrequente Leistungen
Scheinleistung (VA)	Se	Se_{fund}, S^+, Su	Se_N, Se_H
Wirkleistung (W)	P	P^+_{ges}	P_H
Blindleistung (VAr)	N	Q^+_{ges}	De_I, De_V, De_H
Leitungsauslastung	$LF_{ind/kap}$	$VF^+_{ges\ ind/kap}$	-
Harmonische Verunreinigung (%)	-	-	Se_N/S_{fund}

Messungen der zusammengesetzten Phasenleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Alle Messungen der zusammengesetzten (grundfrequenten + nicht grundfrequenten) Wirkleistung stellen Effektivwerte von 1024 Abtastungen der momentanen Leistung über ein 10/12-Zyklenintervall dar. Jedes 10/12-Zyklenintervall ist angrenzend und nicht überlappend.

Zusammengesetzte Phasenwirkleistung:

$$P_p = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} p_{p\,j} = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} U_{p\,j} * I_{p\,j} \quad \text{[W], } p\text{: 1,2,3} \tag{7}$$

Die zusammengesetzte Schein- und Blindleistung und der Leistungsfaktor werden mit folgenden Gleichungen ermittelt:

Zusammengesetzte Phasenscheinleistung:

$$S_p = U_p * I_p \quad \text{[VA], } p\text{: 1,2,3} \tag{8}$$

Zusammengesetzte Phasenblindleistung:

$$N_p = Sign(Q_p) \cdot \sqrt{S_p^2 - P_p^2} \quad \text{[VAr], } p\text{: 1,2,3} \tag{9}$$

Phasenleistungsfaktor:

$$PF_p = \frac{P_p}{S_p}\ , \ p\text{: 1,2,3} \tag{10}$$

Messungen der zusammengesetzten Gesamtleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Die gesamte, zusammengesetzte (grundfrequente + nicht grundfrequente) Wirk-, Blind- und Scheinleistung und der Gesamtleistungsfaktor werden mit folgenden Gleichungen berechnet:

Gesamtwirkleistung:

$$P_{tot} = P1 + P2 + P3 \quad \text{[W],} \tag{11}$$

Gesamtblindleistung:

$$N_{tot} = N1 + N2 + N3 \quad \text{[VAr],} \tag{12}$$

Gesamtscheinleistung (effektiv):

$$Se_{tot} = 3 \cdot Ue \cdot Ie \quad \text{[VA]}, \tag{13}$$

Gesamtleistungsfaktor (effektiv): $PFe_{tot} = \frac{P_{tot}}{Se_{tot}}$. (14)

In dieser Formel werden U_e und I_e für dreiphasige 4-Leitersysteme (4L) und dreiphasige 3-Leitersysteme (3L) verschiedenartig berechnet.
Effektivspannung Ue und -strom Ie in 4L-Systemen:

$$Ie = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + I_N^2}{3}} \quad Ue = \sqrt{\frac{3 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2) + U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}{18}} \tag{15}$$

Effektivspannung U_e und -strom I_e in 3L-Systemen:

$$Ie = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}{3}} \quad Ue = \sqrt{\frac{U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}{9}} \tag{16}$$

Messungen der grundfrequenten Phasenleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Alle Messwerte der grundfrequenten Leistung werden mithilfe der grundfrequenten Spannungen und Ströme berechnet, die aus den Analysen der Harmonischen bezogen werden (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.7).

Grundfrequente Phasenwirkleistung:

$$P_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \cdot \cos\varphi_{U_p - I_p} \quad \text{[W], } p\text{: 1,2,3} \tag{17}$$

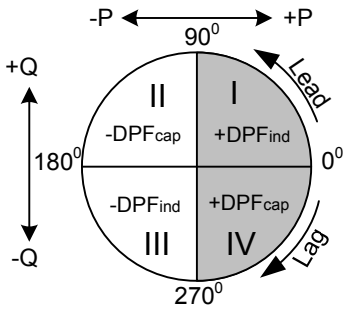
Die grundfrequente Schein- und Blindleistung und der Leistungsfaktor werden mit folgenden Gleichungen ermittelt:

Grundfrequente Phasenscheinleistung:

$$S_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \quad \text{[VA], } p\text{: 1,2,3} \tag{18}$$

Grundfrequente Phasenblindleistung:

$$Q_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \cdot \sin\varphi_{U_p - I_p} \quad \text{[VAr], } p\text{: 1,2,3} \tag{19}$$



Phasenverschiebungsfaktor:

$$DPF_p = \cos\varphi_p = \frac{P_p}{S_p} \text{ , } p\text{: 1,2,3} \tag{20}$$

Messungen der (gesamten) grundfrequenten Leistung des Mitsystems

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Laut IEEE STD 1459 kommt den Leistungsmessungen im Mitsystem (P^+, Q^+, S^+) eine immense Bedeutung zu. Sie werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

Wirkleistung des Mitsystems:

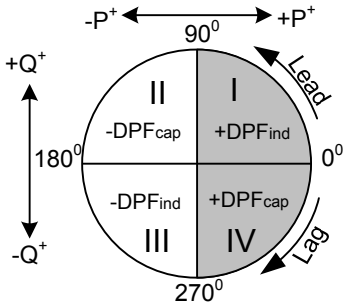
$$P_{tot}^{+} = 3 \cdot U^{+} \cdot I^{+} \cos \varphi^{+} \text{ [W]}, \quad (21)$$

Blindleistung des Mitsystems:

$$Q_{tot}^{+} = 3 \cdot U^{+} \cdot I^{+} \sin \varphi^{+} \text{ [VAr]}, \quad (22)$$

Scheinleistung des Mitsystems:

$$S_{tot}^{+} = 3 \cdot U^{+} \cdot I^{+} \text{ [VA]}, \quad (23)$$



Leistungsfaktor des Mitsystems:

$$DPF_{tot}^{+} = \frac{P_{tot}^{+}}{S_{tot}^{+}}. \quad (24)$$

U^+, U^-, U^0 und φ^+ werden aus der Berechnung der Unsymmetrie bezogen. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.10.

Messungen der nicht grundfrequenten Phasenleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Messungen der nicht grundfrequenten Leistung werden nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung:

$$S_{Np} = \sqrt{D_{Ip}^2 + D_{Vp}^2 + S_{Hp}^2} \quad \text{[VA], } p\text{: 1,2,3} \quad (25)$$

Stromverzerrungsleistung der Phase

$$D_{Ip} = S_{fundP} \cdot THD_{Ip} \quad \text{[VA], } p\text{: 1,2,3} \quad (26)$$

Spannungsverzerrungsleistung der Phase:

$$D_{Vp} = S_{fundP} \cdot THD_{Up} \quad \text{[VAr], } p\text{: 1,2,3} \quad (27)$$

Phasenscheinleistung der Harmonischen

$$S_{Hp} = S_{fundP} \cdot THD_{Up} \cdot THD_{Ip} \quad \text{[VAr], } p\text{: 1,2,3} \quad (28)$$

Phasenwirkleistung der Harmonischen:

$$P_{Hp} = P_p - P_{fundP} \quad \text{[W], } p\text{: 1,2,3} \quad (29)$$

Verzerrungsleistung der Harmonischen auf der Phase

$$D_{Hp} = \sqrt{S_{Hp}^2 - P_{Hp}^2} \quad \text{[VAr], } p\text{: 1,2,3} \quad (30)$$

Messungen der nicht grundfrequenten Gesamtleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Die Größen der nicht grundfrequenten Gesamtleistung werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

Effektive nicht grundfrequente Gesamtscheinleistung:

$$SeN_{tot} = \sqrt{DeI_{tot}^2 + DeV_{tot}^2 + SeH_{tot}^2} \quad \text{[VA]} \tag{31}$$

Effektive Gesamtstromverzerrungsleistung:

$$DeI_{tot} = 3 \cdot Ue_{fund} \cdot IeH \quad \text{[VAr]}$$

Dabei sind:

$$IeH = \sqrt{Ie^2 - Ie_{fund}^2} \tag{32}$$

Effektive Gesamtspannungsverzerrungsleistung:

$$DeV_{tot} = 3 \cdot Ue_H \cdot Ie_{fund} \quad \text{[VAr]}$$

Dabei sind:

$$UeH = \sqrt{Ue^2 - Ue_{fund}^2} \tag{33}$$

Effektive Gesamtscheinleistung:

$$SeH_{tot} = Ue_H \cdot Ie_H \quad \text{[VA]} \tag{34}$$

Effektive Gesamtleistung der Harmonischen:

$$PH_{tot} = PH_1 + PH_2 + PH_3 \quad \text{[W]}$$

Dabei sind:

$$PH_1 = P_1 - P_{fund\,1},\ PH_2 = P_2 - P_{fund\,2},\ PH_3 = P_3 - P_{fund\,3} \tag{35}$$

Effektive Gesamtsverzerrungsleistung

$$DeH = \sqrt{SeH^2 - PH^2} \text{ [VAr]} \tag{36}$$

Harmonische Verunreinigung

$$HP = \frac{SeN_{tot}}{Se_{fund}tot} \cdot 100 \text{ [\%]} \tag{37}$$

Dabei sind:

$$Se_{fund}tot = 3 \cdot Ue_{fund} \cdot Ie_{fund}$$

Lastunsymmetrie

$$LU = \frac{Su_{fund}}{S_{tot}^+} \tag{38}$$

5.1.6 Energie

Einhaltung der Norm: IEC 62053-22 Klasse 0,5S, IEC 62053-23 Klasse 2

Die Energiemessung unterteilt sich in zwei Bereiche: in die WIRKenergie auf Grundlage der Wirkleistungsmessung und in die BLINDenergie auf Grundlage der Messung der grundfrequenten Blindleistung. Jeder von ihnen hat zwei Energiezähler: einen für die verbrauchte und einen für die erzeugte Energie.
Die Berechnungen sind unten dargestellt:

Wirkenergie:

Verbraucht: $Ep_p^+ = \sum_{i=1}^{m} P_p^+(i)T(i)$ [kWh], *p: 1,2,3, ges*

Erzeugt: $Ep_p^- = \sum_{i=1}^{m} P_p^-(i)T(i)$ [kWh], *p: 1,2,3, ges* (39)

Blindenergie:

Verbraucht: $Eq_p^+ = \sum_{i=1}^{m} Q_{Iind}^+(i)T(i) + \sum_{i=1}^{m} Q_{pCap}^+(i)T(i)$ [kVArh], *p: 1,2,3, ges*

Erzeugt: $Eq_p^- = \sum_{i=1}^{m} Q_{pCap}^-(i)T(i) + \sum_{i=1}^{m} Q_{pInd}^-(i)T(i)$ [kVArh], *p: 1,2,3, ges* (40)

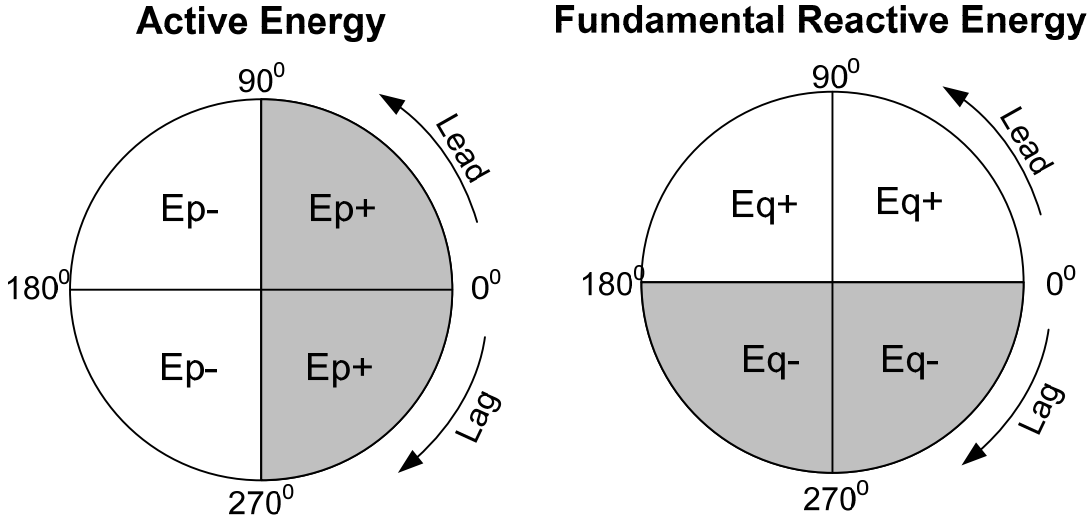


Abbildung 5.4: Energiezähler und Quadrantenverhältnis

Das Gerät hat drei verschiedene Zählereinstellungen:

1. Die Summenzähler GES messen die Energie für eine vollständige Aufzeichnung. Wenn der Rekorder startet, rechnet er die Energie zu den vorhandenen Zählerständen hinzu.
2. Der Zähler für die letzte Integrationsperiode LAST misst die Energie während der Aufzeichnung über das letzte Intervall. Sie wird am Ende jedes Intervalls berechnet.
3. Der Zähler für die aktuelle Integrationsperiode AKT misst die Energie während der Aufzeichnung des aktuellen Zeitintervalls.

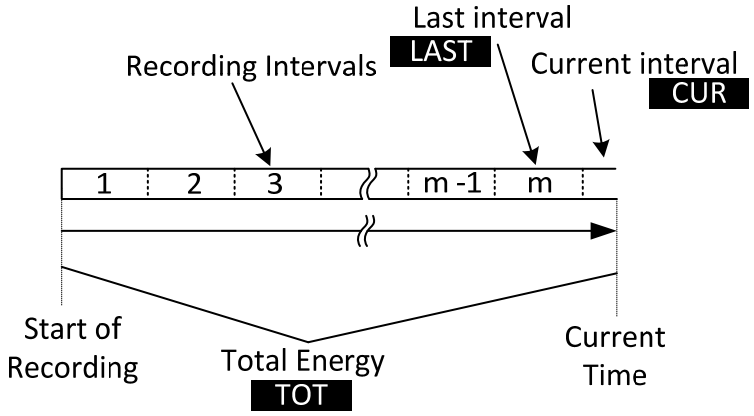


Abbildung 5.5: Energiezähler des Geräts

5.1.7 Harmonische und Zwischenharmonische

Einhaltung der Norm: *IEC 61000-4-30 Klasse (Abschnitt 5.7)*
IEC 61000-4-7 Klasse I

Für die Umrechnung eines AD-gewandelten Signals in sinusförmige Komponenten wird die so genannte schnelle Fourier-Transformation (FFT) angewendet. Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen Eingangssignal und der Frequenzdarstellung.

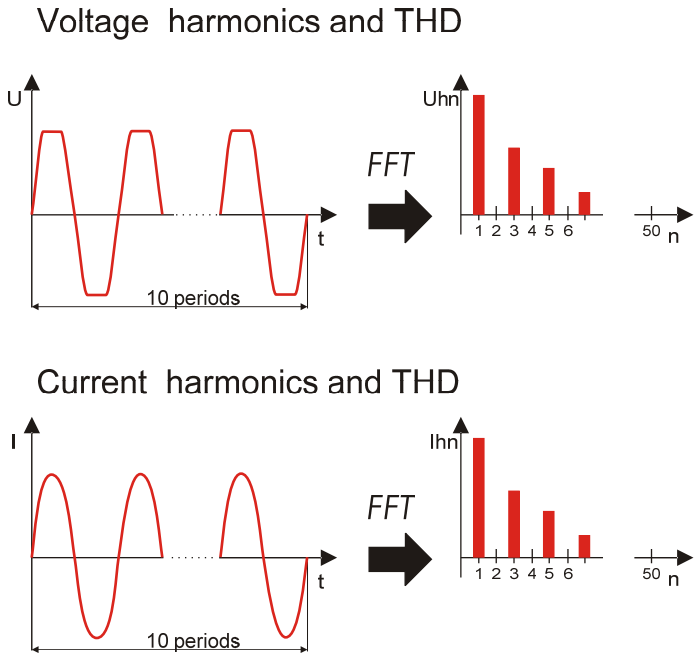


Abbildung 5.6: Strom- und Spannungsharmonische

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{512} c_k \sin\left(\frac{k}{10} \cdot 2\pi\ f_1 t + \varphi_k\right) \qquad (41)$$

f_1 – Frequenz des grundfrequenten Signals (im Beispiel: 50 Hz)
c_0 – DC-Komponente

k – Ordnungszahl (Anordnung der Spektrallinie) in Bezug auf die Frequenzbasis $f_{C1} = \frac{1}{T_N}$

T_N – ist die Breite (oder Dauer) des Zeitfensters ($T_N = N*T_1$; $T_1 = 1/f_1$). Das Zeitfenster ist die Zeitspanne einer Zeitfunktion, für die die Fourier-Transformation durchgeführt wird.

c_k – ist die Amplitude der Komponente mit Frequenz $f_{Ck} = \frac{k}{10} f_1$

φ_k – ist die Phase der Komponente c_k

$U_{c,k}$ – ist der Spannungseffektivwert der Komponente c_k

$I_{c,k}$ – ist der Stromeffektivwert der Komponente c_k

Phasenspannung und Stromharmonische werden als Effektivwert der harmonischen Untergruppe (sg) berechnet: Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate des Effektivwerts einer Harmonischen und der beiden unmittelbar angrenzenden Spektralkomponenten.

n-te Spannungsharmonische: $U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^{1} U_{C,(10\cdot n)+k}^2}$ *p: 1,2,3* (42)

n-te Stromharmonische: $I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^{1} I_{C,(10\cdot n+k)}^2}$ *p: 1,2,3* (43)

Die gesamte harmonische Verzerrung wird als Verhältnis des Effektivwerts der harmonischen Untergruppe zum Effektivwert der Untergruppe berechnet, die zur Grundfrequenz gehört:

Gesamte harmonische Verzerrung der Spannung:

$$THD_{U\,p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2} \text{ , p: 1,2,3} \quad (44)$$

Gesamte harmonische Stromverzerrung: $THD_{Ip} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2}$, *p: 1,2,3* (45)

Zur Beurteilung der Zwischenharmonischen wird die Spektralkomponente zwischen zwei harmonischen Untergruppen herangezogen. Die n-te Untergruppe der Spannungs- und Stromzwischenharmonischen wird unter Anwendung der Quadratwurzel aus der Quadratsumme (RSS-Prinzip) berechnet:

n-te Spannungszwischenharmonische:

$$U_p ih_n = \sqrt{\sum_{k=2}^{8} U_{C,(10\cdot n)+k}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (46)$$

n-te Stromzwischenharmonische: $I_p ih_n = \sqrt{\sum_{k=2}^{8} I_{C,(10\cdot n+k)}^2}$ *p:* (47)

1,2,3

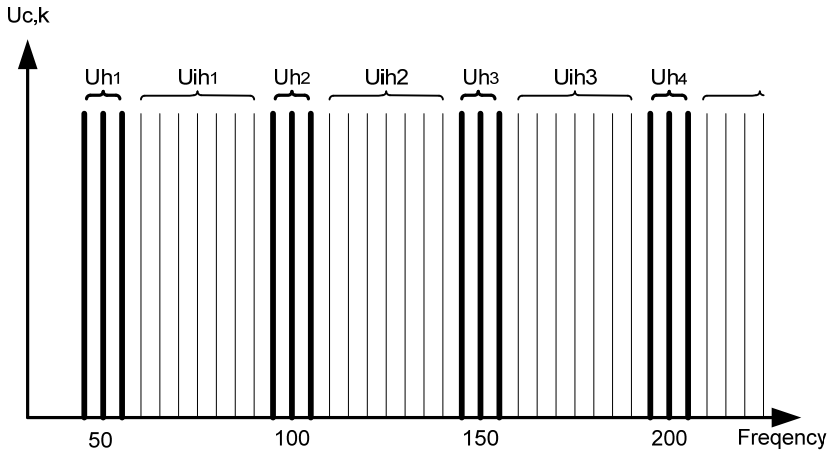


Abbildung 5.7: Darstellung der Untergruppe von Harmonischen / Zwischenharmonischen für eine 50 Hz-Versorgung

5.1.8 Netzsignale

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.10)

Die Signalspannung wird auf Grundlage eines FFT-Spektrums eines 10/12-Zyklenintervalls ermittelt. Der Wert der Netzsignalspannung wird gemessen als:

- Effektivwert einer einzelnen Trägerfrequenz (Bin), wenn die Netzfrequenz gleich der Spektral-Trägerfrequenz ist, oder
- Quadratsumme der Residuen von vier benachbarten Trägerfrequenzen, wenn die Netzfrequenz von der Trägerfrequenz des Versorgungsnetzes abweicht (zum Beispiel wird ein Rundsteuersignal mit einem Frequenzwert von 218,5 Hz in einem 50-Hz-Versorgungssystem auf der Basis der Effektivwerte der 210-, 215-, 220- und 225-Hz-Trägerfrequenzen gemessen).

Der in jedem 10-Zyklenintervall berechnete Netzsignalwert wird in Alarm- und Aufzeichnungsprozeduren verwendet. Für EN50160-Aufzeichnungen werden die Ergebnisse jedoch zusätzlich in einem 3 s-Intervall zusammengefasst. Diese Werte werden zum Vergleich mit den in der Norm festgelegten Grenzwerten herangezogen.

5.1.9 Flicker

Einhaltung der Norm: *IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.3)*
IEC 61000-4-15 Klasse F3

Flicker ist das visuelle Empfinden, welches durch das Flackern oder Flimmern eines Lichtes hervorgerufen wird. Der Empfindungsgrad hängt von der Frequenz und dem Ausmaß der Lichtänderung und vom Beobachter ab. Wie in der Abbildung unten dargestellt, kann die Änderung eines Lichtflusses mit einer Spannungshüllkurve in Beziehung gebracht werden.

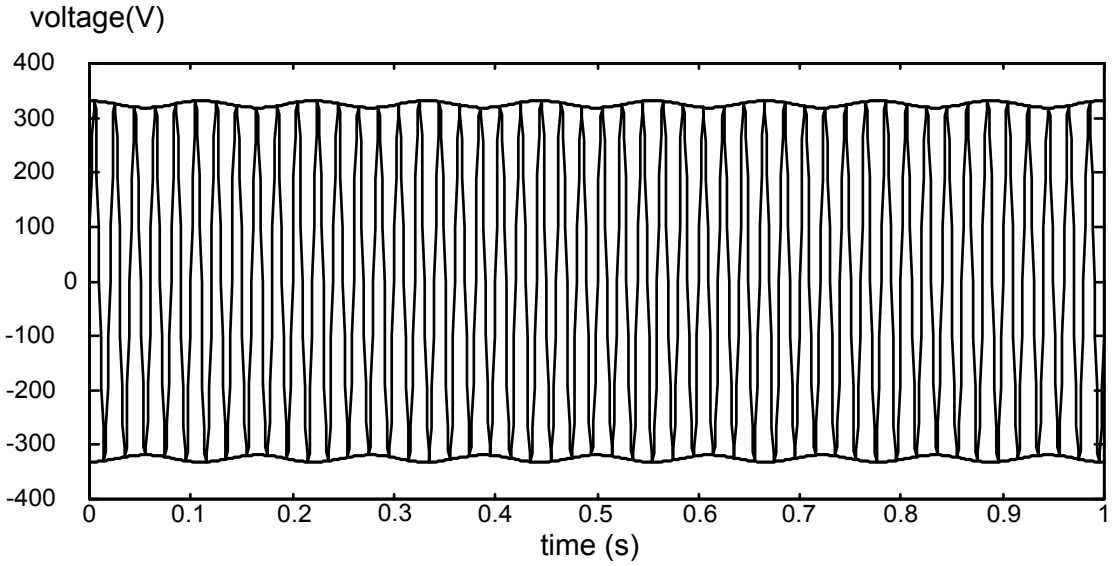


Abbildung 5.8: Spannungsschwankung

Flicker werden gemäß der Norm IEC 61000-4-15 gemessen. Die Norm legt eine Umwandlungsfunktion fest, die auf einer 230 V/60 W- und einer 120 V/60 W - Glühlampen-Auge-Gehirn-Reaktionskette beruht. Diese bildet die Grundlage für Flickermessgeräte und ist unten dargestellt.

$P_{stp1min}$ – ist die Bestimmung des Kurzzeiltflickers auf der Grundlage eines 1-Minutenintervalls. Er wird berechnet, um eine schnelle Vorschau auf den 10-Minuten-Kurzzeitflicker zu bieten.

P_{stp} – der 10-Minuten-Kurzzeitflicker wird gemäß IEC 61000-4-15 berechnet

P_{stp} – der 2-Stunden-Langzeitflicker wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$P_{ltp} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} Pst_i^3}{N}} \quad p: 1,2,3 \tag{48}$$

5.1.10 Unsymmetrien bei Spannung und Strom

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.7.1)

Die Unsymmetrie der Versorgungsspannung wird anhand des Verfahrens mit symmetrischen Komponenten beurteilt. Zusätzlich zur Mitkomponente U^+ existieren unter unsymmetrischen Bedingungen auch noch die Gegenkomponente U^- und die Nullkomponente U_0. Diese Größen werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$\begin{aligned} \vec{U}^+ &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a\vec{U}_2 + a^2\vec{U}_3) \\ \vec{U}_0 &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3), \\ \vec{U}^- &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a^2\vec{U}_2 + a\vec{U}_3), \end{aligned} \tag{49}$$

Dabei sind: $a = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} j\sqrt{3} = 1e^{j120^0}$.

Für die Berechnung der Unsymmetrie verwendet das Gerät die grundfrequente Komponente des Spannungseingangssignals (U_1, U_2, U_3), gemessen über ein 10/12-Zyklenintervall.
Der Gegenspannungsanteil u^-, als Prozentsatz ausgedrückt, wird ermittelt mit:

$$u^-(\%) = \frac{U^-}{U^+} \times 100 \qquad (50)$$

Der Nullspannungsanteil u^0, als Prozentsatz ausgedrückt, wird ermittelt mit:

$$u^0(\%) = \frac{U^0}{U^+} \times 100 \qquad (51)$$

Hinweis: In einem Dreileitersystem (3L) sind die Nullkomponenten U_0 und I_0 per Definition null.

Die Unsymmetrie des Versorgungsstroms wird auf die dieselbe Art ermittelt.

5.1.11 Spannungsereignisse

Messmethoden für Einbrüche (U_{Einbr}), Überhöhungen ($U_{Überh}$), das Minimum ($U_{Rms½Min}$) und Maximum ($U_{Rms½Max}$) der Spannung:

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.4.1)

Die Grundlage für Ereignismessungen ist $U_{Rms½}$.
$U_{Rms½}$ ist der Wert der Effektivspannung, der über 1 Zyklus gemessen wird, beginnend bei einem grundfrequenten Nulldurchgang und mit Aktualisierung nach jedem halben Zyklus.
Die Zyklusdauer für $U_{Rms½}$ hängt von der Frequenz ab, die bei der letzten 10/12-Zyklen-Frequenzmessung ermittelt wurde. Der $U_{Rms½}$ -Wert schließt per Definition die Harmonischen, die Zwischenharmonischen, die Netzsignalspannung usw. ein.

Spannungseinbruch

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.4.2)

Der Schwellenwert für den Einbruch ist ein Prozentsatz von der Nennspannung, de im Menü ANSCHLUSS festgelegt wird. Der Schwellenwert für den Einbruch kann vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Die Ereignisauswertung des Geräts hängt von der Anschlussart ab:

- In Einphasensystemen beginnt ein Spannungseinbruch, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ unter den Schwellenwert für den Spannungseinbruch fällt und endet, wenn die $U_{Rms½}$ -Spannung gleich oder größer als der Schwellenwert für den Spannungseinbruch plus 2 % der Hysterespannung ist (siehe *Abbildung 5.9*).
- In Dreiphasensystemen können zur Auswertung zwei verschiedene Techniken gleichzeitig angewendet werden:
    - Ein Spannungseinbruch beginnt, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf einem oder mehreren Kanälen unter den Schwellenwert für den Spannungseinbruch fällt und endet, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf allen gemessenen Kanälen gleich oder größer als der Schwellenwert für den Spannungseinbruch plus 2 % der Hysterespannung ist.

- Ein Spannungseinbruch beginnt, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf einem Kanal unter den Schwellenwert für den Spannungseinbruch fällt und endet, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf derselben Phase gleich oder größer als der Schwellenwert für den Spannungseinbruch plus 2 % der Hysterespannung ist.

Ein Spannungseinbruch wird durch ein Datenpaar gekennzeichnet: die Restspannung U_{Einbr} und die Dauer des Einbruchs:

- U_{Einbr} ist die Restspannung, der niedrigste $U_{Rms½}$ -Wert, der während des Einbruchs auf einem beliebigen Kanal gemessen wird.
- Der Beginn eines Einbruchs wird mit der Startzeit der $U_{Rms½}$ des Kanals gestempelt, die das Ereignis auslöst. Das Ende des Einbruchs wird mit der Endzeit der $U_{Rms½}$ gestempelt, die das Ereignis gemäß festgelegtem Schwellenwert beendet.
- Die Dauer eines Spannungseinbruchs ist die Differenz zwischen dem Beginn und dem Ende des Einbruchs.

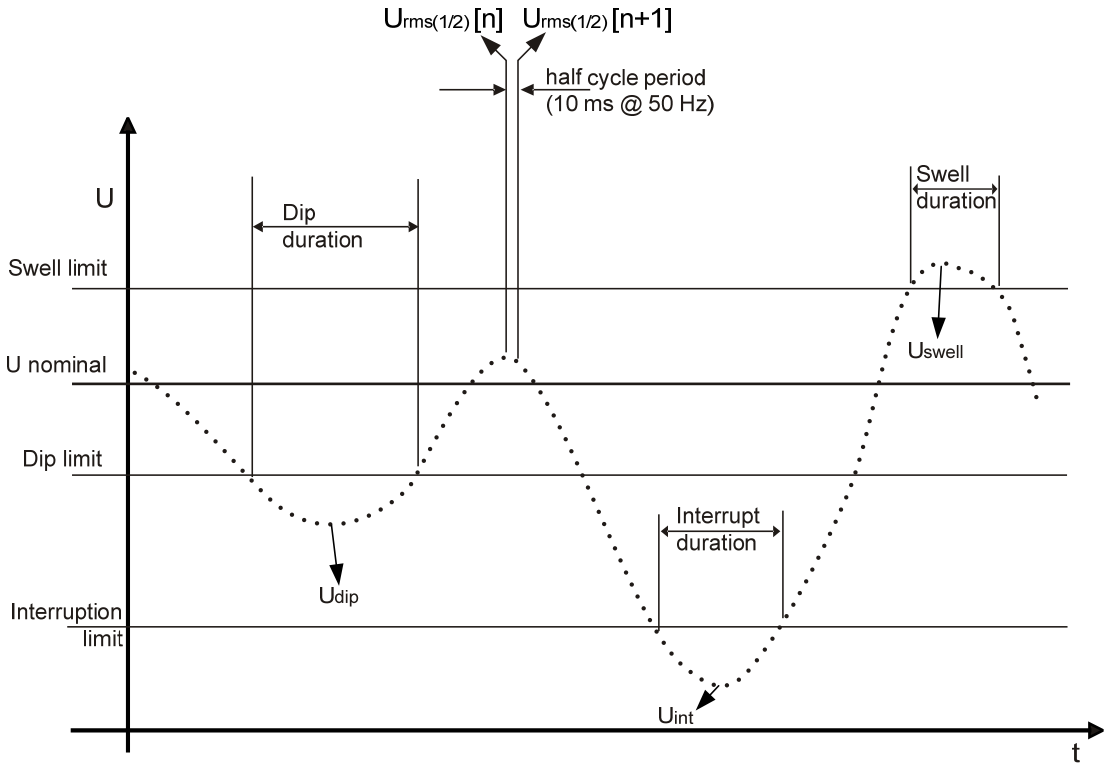


Abbildung 5.9 Definition von Spannungsereignissen

Spannungsüberhöhung

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.4.3)

Der Schwellenwert für die Überhöhung ist ein Prozentsatz von der Nennspannung, der im Einstellungsmenü für die Spannungsereignisse festgelegt wird. Der Schwellenwert für die Überhöhung kann vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Das Gerät gestattet eine Auswertung der Überhöhungen:

- In Einphasensystemen beginnt eine Spannungsüberhöhung, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ über den Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung steigt und endet,

wenn die $U_{Rms½}$ -Spannung gleich oder kleiner als der Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung plus 2 % der Hysterespannung ist (*siehe Abbildung 5.9*),

- In Dreiphasensystemen können zur Auswertung zwei verschiedene Techniken gleichzeitig angewendet werden:
    - Eine Spannungsüberhöhung beginnt, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf einem oder mehreren Kanälen über den Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung steigt und endet, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf allen gemessenen Kanälen gleich oder kleiner als der Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung plus 2 % der Hysterespannung ist.
    - Eine Spannungsüberhöhung beginnt, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf einem Kanal über den Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung steigt und endet, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf derselben Phase gleich oder kleiner als der Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung plus 2 % der Hysterespannung ist.

Eine Spannungsüberhöhung wird durch ein Datenpaar gekennzeichnet: die größte Überhöhungsspannung und die Dauer:

- $U_{Überh}$ – die maximale Überhöhungsspannung ist der größte $U_{Rms½}$ -Wert, der auf einem beliebigen Kanal während der Überhöhung gemessen wird.
- Der Beginn einer Überhöhung wird mit der Startzeit der $U_{Rms½}$ des Kanals gestempelt, die das Ereignis auslöst. Das Ende der Überhöhung wird mit der Endzeit der $U_{Rms½}$ gestempelt, die das Ereignis gemäß festgelegtem Schwellenwert beendet.
- Die Dauer einer Spannungsüberhöhung ist die Differenz zwischen dem Beginn und dem Ende der Überhöhung.

Spannungsunterbrechung

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.5)

Die Messmethode zur Feststellung von Spannungsunterbrechungen ist die gleiche wie für Spannungseinbrüche und -überhöhungen und wurde in vorherigen Abschnitten beschrieben.
Der Schwellenwert für die Unterbrechung ist ein Prozentsatz von der Nennspannung, die im Einstellungsmenü für die Spannungsereignisse festgelegt wird. Der Schwellenwert für die Unterbrechung kann vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Das Gerät gestattet eine Auswertung der Unterbrechungen:

- In Einphasensystemen beginnt eine Spannungsunterbrechung, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ unter den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung fällt und endet, wenn der $U_{Rms½}$ -Wert gleich oder größer als der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hystere ist (*siehe Abbildung 5.9*).
- In Dreiphasensystemen können zur Auswertung zwei verschiedene Techniken gleichzeitig angewendet werden:
    - Eine Spannungsunterbrechung beginnt, wenn die Spannungen $U_{Rms½}$ aller Kanäle unter den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung fallen und endet, wenn der $U_{Rms½}$ -Wert auf jedem Kanal gleich oder größer als der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hystere ist.
    - Eine Spannungsunterbrechung beginnt, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf einem Kanal unter den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung fällt und endet, wenn die Spannung $U_{Rms½}$ auf derselben Phase gleich

oder größer als der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus 2 % der Hysterespannung ist.

Eine Spannungsunterbrechung wird durch ein Datenpaar gekennzeichnet: die niedrigste Unterbrechnungsspannung und die Dauer.

- U_{Unterb} – der niedrigste Wert der Unterbechungsspannung ist der kleinste $U_{Rms½}$ - Wert auf einem beliebigen Kanal, der während der Unterbrechung gemessen wird.
- Der Beginn einer Unterbrechung wird mit der Startzeit der $U_{Rms½}$ des Kanals gestempelt, die das Ereignis auslöst. Das Ende der Unterbrechung wird mit der Endzeit der $U_{Rms½}$ gestempelt, die das Ereignis gemäß festgelegtem Schwellenwert beendet.
- Die Dauer einer Spannungsunterbrechung ist die Differenz zwischen dem Beginn und dem Ende der Unterbrechung.

5.1.12 Alarme

Allgemein kann ein Alarm als ein Ereignis mit beliebiger Anzahl angesehen werden. Alarme werden in der Alarmtabelle festgelegt (für die Einstellungen in der Alarmtabelle - siehe Abschnitt 3.19.3). Das Basiszeitintervall für: Alarme der Spannung, des Stroms, der Wirk-, Blind- und Scheinleistung, der Harmonischen und der Unsymmetrie ist ein 10/12-Zyklenintervall.

Jeder Alarm hat Merkmale, die in der Tabelle unten beschrieben sind. Ein Alarm wird ausgelöst, wenn der 10/12-Zyklen-Messwert auf den mit **Phase** definierten Phasen den **Schwellenwert** gemäß der festgelegten **Flankenauslösung** mindestens für den Wert der **Mindestdauer** über- bzw. unterschreitet.

Tabelle 5.3: Parameter der Alarmfestlegung

Messgröße	• Spannung • Strom • Frequenz • Wirk-, Blind- und Scheinleistung • Harmonische und Zwischenharmonische • Unsymmetrie • Flicker • Netzsignale
Phase	L1, L2, L3, L12, L23, L31, All, Ges, N
Flankenauslösung	< - Fallen, > - Steigen
Schwellenwert	[Zahl]
Mindestdauer	200 ms ÷ 10 min

Jeder erfasste Alarm wird durch folgende Parameter beschrieben:

Tabelle 5.4: Alarmsignaturen

Datum	Datum, als der ausgewählte Alarm ausgelöst wurde
Start	Startzeit des Alarms - als der erste Wert den Schwellenwert unter- bzw. überschritt
Phase	Phase, auf der der Alarm ausgelöst wurde

Niveau	Mindest- oder Maximalwert im Alarm
Dauer	Alarmdauer

5.1.13 Datenaggregation in der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.5.3)

Der Aggregationszeitraum (IP) während der Aufzeichnung wird mit dem Parameter Intervall: x min im Menü ALLGEMEINER REKORDER festgelegt.
Ein neues Aufzeichnungsintervall beginnt mit einem Takt der Echtzeituhr (10 Minuten ± Halbzyklus) und dauert bis zum nächsten Takt zuzüglich der Zeit, die für die Beendigung der laufenden 10/12-Zyklen-Messung benötigt wird. Wie in der nächsten Abbildung dargestellt, wird in derselben Zeit eine neue Messung gestartet. Gemäß der Abbildung unten werden die Daten für das IP-Zeitintervall von den 10/12-Zyklen-Zeitintervallen zusammengefasst. Das aggregierte Intervall wird mit der absoluten Zeit markiert. Die Zeitmarkierung ist die Zeit des Intervallabschlusses. Wie in der Abbildung unten ersichtlich, gibt es während der Aufzeichnung eine Überlappung.

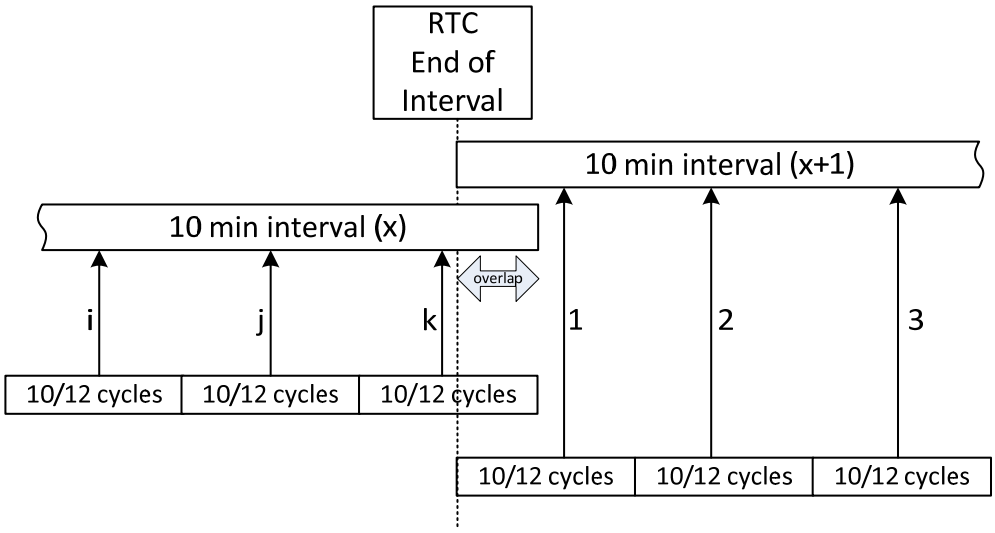


Abbildung 5.10: Synchronisierung und Aggregation von 10 Zyklusintervallen

In Abhängigkeit von der Messgröße errechnet das Gerät für jedes Aggregationsintervall den durchschnittlichen, minimalen, maximalen und/oder aktiven Mittelwert. Dies kann quadratische Mittelwert (RMS) oder der arithmetische Mittelwert sein. Die Gleichungen für beide Mittelwerte sind unten dargestellt.

Quadratischer Mittelwert (RMS)

$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} A_j^2} \qquad (52)$$

Dabei sind:
A_{RMS} – Durchschnitt der Messgröße über ein gegebenes Aggregationsintervall
A – 10/12-Zyklen-Messgrößenwert
N – Anzahl der 10-Zyklen-Messungen pro Aggregationsintervall.

Arithmetischer Mittelwert: $$A_{avg} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} A_j \quad (53)$$

Dabei sind:
A_{avg} – Durchschnitt der Messgröße über ein gegebenes Aggregationsintervall
A – 10/12-Zyklen-Messgrößenwert
N – Anzahl der 10-Zyklen-Messungen pro Aggregationsintervall.

In der nächsten Tabelle ist die Durchschnittsmethode für jede Messgröße angegeben:

Tabelle 5.5: Methoden der Datenaggregation

Gruppe	**Wert**	**Aggregationsmethode**	**Aufgezeichnete Werte**
Spannung	U_{Rms}	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Max.
	THD_U	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Mittelw., Max.
	SF_U	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Max.
Strom	I_{Rms}	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	THD_i	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	SF_I	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Frequenz	f (10s)	-	
	f (200ms)	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Arith.Mittelw., Max.
Leistung	Zusammengesetzte	Arithmetischer Mittelwert	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	Grundfrequente	Arithmetischer Mittelwert	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	Nicht grundfrequente	Arithmetischer Mittelwert	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Unsymmetrie	U^+	RMS	Min., Mittelw., Max.
	U^-	RMS	Min., Mittelw., Max.
	U^0	RMS	Min., Mittelw., Max.

	u-	RMS	Min., Mittelw., Max.
	u0	RMS	Min., Mittelw., Max.
	I^+	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	I^-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	I^0	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	i-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	i0	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Harmonische	DC, $Uh_{0\div50}$	RMS	Mittelw., Max.
	DC, $Ih_{0\div50}$	RMS	Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Zwischenharmonische	$Uh_{0\div50}$	RMS	Mittelw., Max.
	$Ih_{0\div50}$	RMS	Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Netzsignale	U_{Sig}	RMS	Min., Mittelw., Max.

Ein aktiver Mittelwert wird nach demselben Prinzip (arithmetisch oder quadratisch) wie der Mittelwert berechnet, es werden jedoch nur Messungen berücksichtigt, deren Messwert nicht Null ist:

Aktiver quadratischer Mittelwert (RMS) (54)

$$A_{RMSact} = \sqrt{\frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} A_j^2}\ ;\ M \le N$$

Dabei sind:
A_{RMSact} – Durchschnitt der Messgröße für den aktiven Teil des vorgegebenen Aggregationsintervalls,
A – als „aktiv“ markierter 10/12-Zyklen-Messgrößenwert,
M – Anzahl der 10-Zyklen-Messungen mit aktivem Wert (nicht Null).

Aktiver arithmetischer Mittelwert: (55)

$$A_{avgact} = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} A_j\ ;\ M \le N$$

Dabei sind:
A_{avgact} – Messgrößendurchschnitt für den aktiven Teil des vorgegebenen Aggregationsintervalls,

A – 10/12-Zyklen-Messgrößenwert im „aktiven“ Teil des Intervalls,
M – Anzahl der 10-Zyklen-Messungen mit aktivem Wert (nicht Null).

Leistungs- und Energieaufzeichnung

Die Wirkleistung unterteilt sich in zwei Teile: den Import (positiv - verbraucht) und den Export (negativ - erzeugt). Blindleistung und Leistungsfaktor unterteilen sich in vier Teile: positiv induktiv (+i), positiv kapazitiv (+c), negativ induktiv (-i) und negativ kapazitiv (-c).
Die Abbildung unten stellt ein Phasen-/Polaritätsdiagramm zu Verbraucht/Erzeugt und Induktiv/Kapazitiv dar:

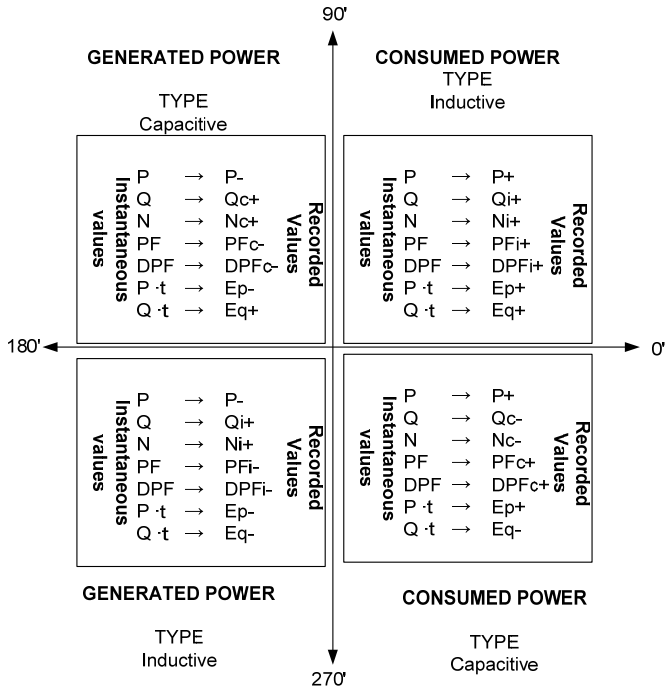


Abbildung 5.11: Phasen-/Polaritätsdiagramm zu Verbraucht/Erzeugt und Induktiv/Kapazitiv

5.1.14 Momentaufnahme von der Wellenform

Während der Messkampagne kann das Power Master Momentaufnahmen von der Wellenform anfertigen. Dies ist besonders für das Speichern von vorübergehenden Merkmalen oder des Netzwerkverhaltens zweckmäßig. Die Momentaufnahme speichert alle Netzwerksignaturen und Wellenform-Abtastungen für 10 Zyklen. Der Benutzer kann mit der Funktion SPEICHERLISTE (siehe 3.18) oder der Software PowerView v3.0 die gespeicherten Daten überwachen.

Ein langes Drücken auf löst die MOMENTAUFNAHME DER WELLENFORM aus. Das Gerät speichert alle gemessenen Parameter in einer Datei.

5.1.15 Aufzeichnung der Wellenform

Der Wellenform-Rekorder kann genutzt werden, um die Wellenform bei bestimmten Netzwerkereignissen festzuhalten: wie z. B. bei einem Spannungsereignis, einer Einschaltspitze oder einem Alarm. Bei der Wellenformaufzeichnung werden die Abtastungen von Spannung und Strom für die vorgegebene Dauer gespeichert. Der Wellenform-Rekorder startet, wenn die voreingestellten Auslöser eintreten. Der Pufferspeicher unterteilt sich in den Pufferspeicher vor Auslösung und denjenigen nach Auslösung. Wie in der folgenden Abbildung dargestellt, beinhalten die Pufferspeicher Momentaufnahmen von der Wellenform, welche vor und nach dem Auslöseereignis gemacht wurden.

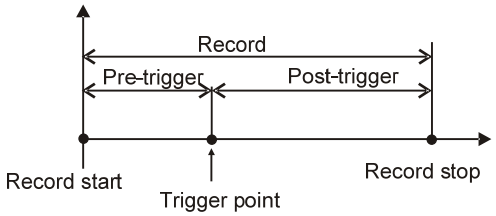


Abbildung 5.12: Darstellung der Auslösung und Vorauslösung

Es sind verschiedene Auslösequellen möglich:

- Manuelle Auslösung - der Benutzer löst die Wellenformaufzeichnung manuell aus.
- Spannungsereignisse - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, wenn ein Spannungsereignis eintritt.
- Spannungsniveau - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, sobald die gemessene Spannung einen vorgegebenen Spannungsschwellenwert erreicht.
- Stromniveau - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, sobald der gemessene Strom einen vorgegebenen Stromschwellenwert erreicht.
- Alarme - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, wenn ein Alarm von der Alarmliste festgestellt wird.
- Spannungsereignisse und Alarme - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, wenn entweder ein Spannungsereignis oder ein Alarm eintritt.

Der Benutzer kann einzelne oder fortlaufende Wellenformaufzeichnungen bis zu einer Anzahl von 200 Aufzeichnungen durchführen. Bei der fortlaufenden Wellenformaufzeichnung initialisiert das Power Master automatisch die nächste Wellenformaufzeichnung bei Abschluss der vorherigen.

Einschaltspitzen-Rekorder

Zusätzlich zur Wellenformaufzeichnung mit ihren Spannungsabtastungen speichert das Gerät auch die Effektivspannung $U_{Rms½}$ und den Effektivstrom $I_{Rms½}$. Diese Aufzeichnungsart ist besonders zweckmäßig für die Erfassung von Einschaltspitzen am Motor. Sie liefert Analysen der Spannungs- und Stromschwankungen während des Starts eines Motors oder anderer leistungsintensiver Verbraucher. Für den Strom $I_{Rms½}$ wird ein Wert gemessen (Halbzyklus-Effektivstrom, jeden Halbzyklus aktualisiert), während für die Spannung $U_{Rms½}$ die Werte für jedes Intervall gemessen werden (1-Zyklus-Effektivspannung, jeden Halbzyklus aktualisiert). In den folgenden Abbildungen ist die Niveauauslösung dargestellt.

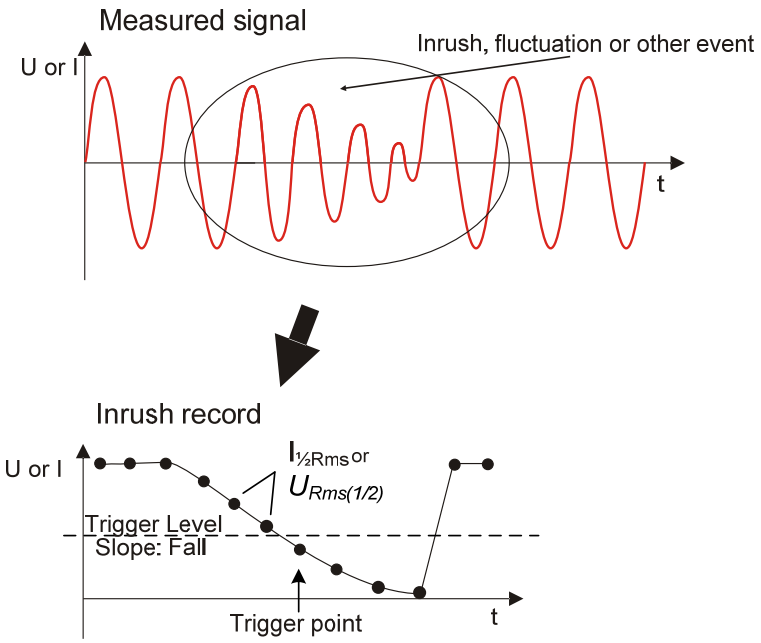


Abbildung 5.13: Niveauauslösung

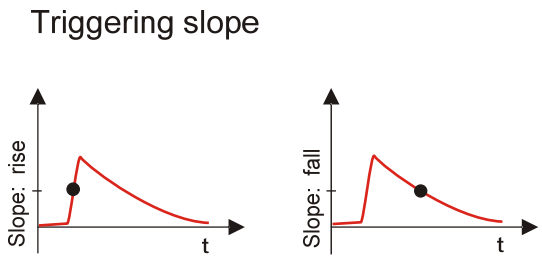


Abbildung 5.14: Flankenauslösung

5.1.16 Transienten-Rekorder

Der Transienten-Rekorder ist dem Wellenform-Rekorder ähnlich. Bei Aktivierung des Auslösers speichert er einen wählbaren Satz an Abtastungen vor und nach Auslösung, aber mit einer zehn Mal höheren Abtastrate.
Der Rekorder kann durch die Hüllkurve oder ein Niveau ausgelöst werden.
Der Hüllkurven-Auslöser wird aktiviert, wenn die Differenz zwischen gleichen Abtastungen der Eingangsspannungssignale aus zwei aufeinander folgenden Perioden größer ist als der vorgegebene Grenzwert.

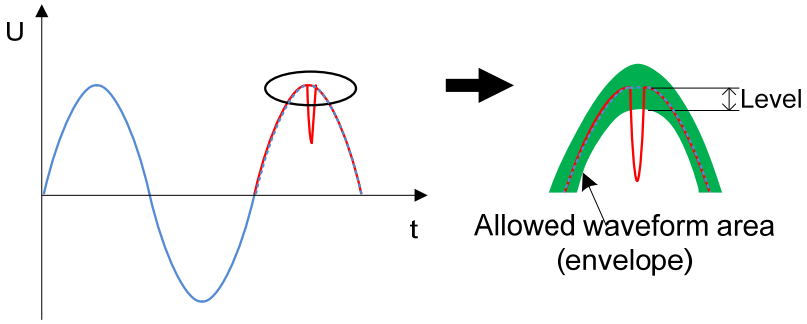


Abbildung 5.15: Feststellung des Transienten-Auslösers (Hüllkurve)

Der Niveauauslöser wird aktiviert, wenn der Abtastwert für die Spannung größer ist als der vorgegebene Grenzwert.

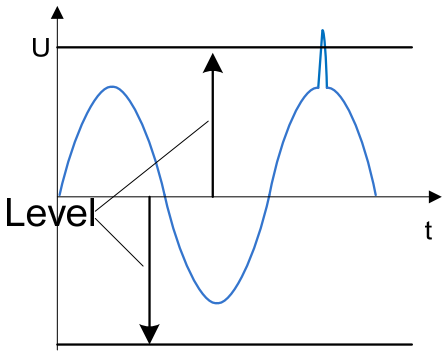


Abbildung 5.16: Feststellung des Transienten-Auslösers (Hüllkurve)

Hinweis: Das Sichern des Gerätedatenspeichers verursacht eine Verlustzeit zwischen aufeinander folgenden Transientenaufzeichnungen. Die Verlustzeit ist proportional zur Aufzeichnungsdauer. Im schlimmsten Fall dauert es bei einer 50 Sekunden langen Transiente 4 Sekunden, bis eine neue Transiente festgehalten werden kann.

5.2 Überblick über die Norm EN 50160

Die Norm 50160 definiert, beschreibt und spezifiziert die Hauptmerkmale einer Spannung an den Versorgungsanschlüssen öffentlicher Nieder- und Mittelspannungsnetze unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm gibt die Limite oder Werte wieder, innerhalb derer erwartet werden kann, dass die Spannungseigenschaften im gesamten öffentlichen Netz gleich bleiben. Sie beschreibt nicht die durchschnittliche Situation eines individuellen Netzbenutzers. Die Tabelle unten enthält einen Überblick über die Grenzwerte der EN 50160.

Tabelle 5.6: Überblick über die Norm EN 50160 (Kontinuierliche Erscheinungen)

Erscheinung der Versorgungsspannung	Zulässige Grenzwerte	Mess-Intervall	Überwachungs-zeitraum	Zulässiger Prozentsatz
Netzfrequenz	49,5 ÷ 50,5 Hz 47,0 ÷ 52,0 Hz	10 s	1 Woche	99,5 % 100 %
Schwankungen der Versorgungsspannung, U_{Nenn}	230 V ± 10 % 230 V +10 % -15 %	10 min	1 Woche	95 % 100 %
Flickerstärke Plt	Plt ≤ 1	2 h	1 Woche	95 %
Spannungsunsymmetrie u-	0 ÷ 2 %, gelegentlich 3 %	10 min	1 Woche	95 %
Gesamte harm. Verzerrung, THD_U	8 %	10 min	1 Woche	95 %
Spannungsharmonische, Uh_n	Siehe Tabelle 5.7	10 min	1 Woche	95 %
Netzsignale in Versorgungsnetzen	Siehe Abbildung 5.17	2 s	1 Tag	99 %

5.2.1 Netzfrequenz

Für Systeme mit synchronisiertem Anschluss an ein Verbundnetz muss die Nennfrequenz der Versorgungsspannung 50 Hz betragen. Unter normalen Betriebsbedingungen muss sich der Mittelwert der über 10 s lang gemessenen Grundfrequenz in folgendem Bereich befinden:
50 Hz ± 1 % (49,5 Hz .. 50,5 Hz) während 99,5 % eines Jahres;
50 Hz + 4 % / - 6 % (d. h. 47 Hz .. 52 Hz) während 100 % der Zeit.

5.2.2 Schwankungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen muss der 10-Minuten-Mittelwert der U_{Rms}-Werte der Versorgungsspannung während jedem Zeitraum von einer Woche zu 95 % in dem Bereich U_{Nenn} ± 10 % liegen. Außerdem müssen alle U_{Rms}-Werte der Versorgungsspannung in dem Bereich U_{Nenn} + 10 % / - 15 % liegen.

5.2.3 Unsymmetrie der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen die 10-Minuten-Mittelwerte von den Effektivwerten der (grundfrequenten) Gegenkomponente der Phasenversorgungsspannung während jedes Zeitraums von einer Woche zu 95 % innerhalb des Bereichs von 0 % bis 2 % der (grundfrequenten) Mitkomponente der Phase liegen. In einigen Bereichen mit Nutzeranlagen, die teilweise einphasig oder zweiphasig an das Netz angeschlossen sind, treten an den dreiphasigen Versorgungsanschlüssen Unsymmetrien bis zu ca. 3 % auf.

5.2.4 THD der Spannung und Harmonische

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen die 10-Minuten-Mittelwerte jeder individuellen harmonischen Spannung während jedes Zeitraums von einer Woche zu 95 % unter dem oder maximal auf der Höhe des in der Tabelle unten aufgeführten Wertes liegen.
Darüber hinaus müssen die THD_U -Werte der Versorgungsspannung (einschließlich aller Harmonischen bis zur 40.) unter 8 % oder maximal auf dieser Höhe liegen.

Tabelle 5.7: Werte der individuellen harmonischen Spannungen an der Versorgung

Ungerade Harmonische				Gerade Harmonische	
Kein Vielfaches von 3		Ein Vielfaches von 3			
Ordnungszahl der H.	Relative Spannung (U_N)	Ordnungszahl der H.	Relative Spannung (U_N)	Ordnungszahl der H.	Relative Spannung (U_N)
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6..24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

5.2.5 Zwischenharmonische Spannung

Aufgrund der Entwicklung bei den Frequenzumrichtern und gleichartiger Regeltechnik wächst das Niveau der Zwischenharmonischen. Die Niveaus stehen zur Diskussion, weitere Erfahrungen stehen noch aus. In bestimmten Fällen, auch auf geringen Niveaus, rufen Zwischenharmonische Flicker hervor (siehe 5.2.7) oder verursachen Interferenzen in Rundsteueranlagen.

5.2.6 Netzsignalübertragung auf der Versorgungsspannung

In einigen Ländern kann das öffentliche Verteilernetz vom öffentlichen Versorger für die Übertragung von Signalen genutzt werden. Zu über 99 % eines Tages muss der 3 Sekunden-Mittelwert der Signalspannungen kleiner oder gleich den Werten sein, die in nachstehender Abbildung dargestellt sind.

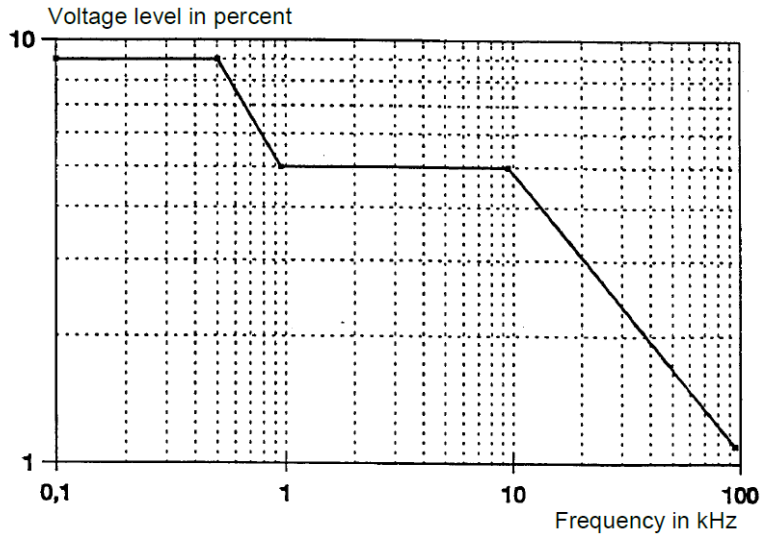


Abbildung 5.17: Spannungsgrenzwerte bei der Signalübertragung im Versorgungsnetz gemäß EN50160

5.2.7 Flickerstärke

Unter normalen Betriebsbedingungen muss die in einem Zeitraum von 1 Woche durch Spannungsschwankungen verursachte Langzeitflickerstärke für 95 % der Zeit $P_{lt} \leq 1$ betragen.

5.2.8 Spannungseinbrüche

Spannungseinbrüche werden typischerweise durch Fehler verursacht, die im öffentlichen Versorgungsnetz oder in den Netzanlagen der Benutzer auftreten. In Abhängigkeit vom Typ des Versorgungssystems und dem Beobachtungspunkt variiert die jährliche Häufigkeit erheblich. Darüber hinaus kann die Verteilung über das Jahr sehr unregelmäßig sein. Die Mehrzahl der Spannungseinbrüche haben eine Dauer von weniger als 1 s und eine verbleibende Spannung von mehr als 40 %. Üblicherweise beträgt der Schwellenwert für den Beginn eines Spannungseinbruchs 90 % der Nennspannung. Erfasste Spannungseinbrüche werden nach folgender Tabelle klassifiziert.

Tabelle 5.8: Klassifizierung von Spannungseinbrüchen

Restspannung	**Dauer (ms)**				
	10 ≤ t ≤ 200	**200 ≤ t ≤ 500**	**500 ≤ t ≤ 1000**	**1000 ≤ t ≤ 5000**	**5000 ≤ t ≤ 60000**
90 > U ≥ 80	Zelle A1	Zelle A2	Zelle A3	Zelle A4	Zelle A5
80 > U ≥ 70	Zelle B1	Zelle B2	Zelle B3	Zelle B4	Zelle B5
70 > U ≥ 40	Zelle C1	Zelle C2	Zelle C3	Zelle C4	Zelle C5
40 > U ≥ 5	Zelle D1	Zelle D2	Zelle D3	Zelle D4	Zelle D5
U < 5	Zelle E1	Zelle E2	Zelle E3	Zelle E4	Zelle E5

5.2.9 Spannungsüberhöhungen

Spannungsüberhöhungen werden typischerweise durch Schalttätigkeiten und Lastabtrennungen verursacht.
Üblicherweise beträgt der Schwellenwert für den Beginn einer Spannungsüberhöhung 110 % der Nennspannung. Erfasste Spannungsüberhöhungen werden nach folgender Tabelle klassifiziert.

Tabelle 5.9: Klassifizierung von Spannungsüberhöhungen

Überhöhungsspannung	**Dauer (ms)**		
	10 ≤ t ≤ 500	**500 ≤ t ≤ 5000**	**5000 ≤ t ≤ 60000**
U ≥ 120	Zelle A1	Zelle A2	Zelle A3
120 > U > 110	Zelle B1	Zelle B2	Zelle B3

5.2.10 Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen reicht das Auftreten von kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung von einigen Zehn bis zu einigen Hundert. Für ca. 70 % der kurzzeitigen Unterbrechungen darf die Dauer weniger als eine Sekunde betragen.

5.2.11 Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung

Je nach Region kann unter normalen Betriebsbedingungen die jährliche Häufigkeit von unbeabsichtigten Spannungsunterbrechungen mit einer Dauer von mehr als drei Minuten weniger als 10 bis zu 50 betragen.

5.2.12 Rekordereinstellungen des Power Master für die EN 50160-Analyse

Das Power Master ist in der Lage, für alle im vorherigen Abschnitt beschriebenen Werte die EN 50160-Analyse durchzuführen. Zur Vereinfachung des Verfahrens verfügt das Power Master hierfür über eine vordefinierte Konfiguration des Rekorders (EN 50160). Standardmäßig sind auch alle Stromparameter (RMS, THD usw.) in die Untersuchung eingeschlossen, wodurch zusätzliche Analyseinformationen geliefert werden können. Zusätzlich kann der Nutzer während der Analyse der Netzqualität auch gleichzeitig andere Parameter aufzeichnen wie Leistung, Energie und Harmonische des Stroms.
Um Spannungsereignisse während der Aufzeichnung zu sammeln, muss im Rekorder die Option „Schließt Ereignisse ein“ aktiviert sein. Für die Einstellungen zu den Spannungsereignissen sehen Sie im Abschnitt 3.19.2 nach.

Abbildung 5.18: Vordefinierte Konfiguration des Rekorders nach EN 50160

Nach Abschluss der Aufzeichnung wird die EN 50160-Analyse mit der Software PowerView v3.0 durchgeführt. Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0.

6 Technische Daten

6.1 Allgemeine Angaben

Betriebstemperatur:	-10 °C ÷ +50 °C
Lagertemperatur:	-20 °C ÷ +70 °C
Maximale Feuchtigkeit:	95 % rF (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad:	2
Schutzklasse:	Verstärkte Isolierung
Messkategorie:	CAT IV / 600 V; CAT III / 1000 V
Schutzart:	IP 40
Abmessungen:	23 cm x 14cm x 8 cm
Gewicht (mit Batteriezellen):	0,96 kg
Display:	4,3 Zoll große, farbige TFT-Flüssigkristallanzeige (LCD) mit Hintergrundbeleuchtung, 480 x 272 Pixel.
Speicher:	8 GB MicroSD-Karte beiliegend, max. 32 GB unterstützt
Batteriezellen:	6 x 1,2 V wieder aufladbare NiMH-Akkus Typ HR 6 (AA) Gewährleisten den vollen Betrieb bis zu 4,5 Stunden*
Externe DC-Versorgung - Ladegerät:	100-240 V~, 50-60 Hz, 0,4 A~, CAT II 300 V 12 V DC, min 1,2 A
Maximaler Verbrauch:	12 V / 300 mA – ohne Batteriezellen 12 V / 1 A – während des Ladens der Akkus
Batterieladezeit:	3 Stunden*

Kommunikation:		
	USB 2.0	Standard-USB, Typ B
	RS-232	8-poliger PS/2–Typ,115200 Baud
	Ethernet	10 Mb

* Ladezeit und Betriebsstunden sind für Batteriezellen mit einer Nennladung von 2000 mAh angegeben.

6.2 Messungen

6.2.1 Allgemeine Beschreibung

Max. Eingangsspannung (Phase – Neutralleiter):	1000 V_{RMS}
Max. Eingangsspannung (Phase – Phase):	1730 V_{RMS}
Eingangsimpedanz Phase - Neutralleiter:	6 MΩ
Eingangsimpedanz Phase - Phase:	6 MΩ
AD-Wandler	16 Bit 8 Kanäle, simultane Abtastung
Referenztemperatur	23 °C ± 2 °C
Temperatureinfluss	60 ppm/°C

HINWEIS: Das Gerät hat 3 interne Spannungsbereiche. Entsprechend der Parametereinstellung zur Nennspannung wird der Bereich automatisch ausgewählt. Für Einzelheiten - siehe die Tabellen unten.

Nennstrangspannung (L-N): U_{Nenn}	Spannungsbereich
50 V ÷ 136 V (L-N)	Bereich 1
137 V ÷ 374 V (L-N)	Bereich 2
375 V ÷ 1000 V (L-N)	Bereich 3

Nennleiterspannung (L-L): U_{Nenn}	Spannungsbereich
50 V ÷ 235 V (L-L)	Bereich 1
236 V ÷ 649 V (L-L)	Bereich 2
650 V ÷ 1730 V (L-L)	Bereich 3

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass während der Messung und Protokollierung alle Spannungsklemmen angeschlossen sind. Nicht angeschlossene Spannungsklemmen können elektromagnetische Störungen verursachen und falsche Ereignisse auslösen. Es wird empfohlen, sie mit dem neutralen Spannungseingang des Geräts kurz zu schließen.

6.2.2 Phasenspannungen

10/12-Zyklen-Phaseneffektivspannung: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{2Rms}, U_{NRms}, AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit	Bereich Nennspannung
10 % I_{Nenn} ÷ 150 % I_{Nenn}	10 mV, 100 mV	± 0,1 % · U_{Nenn}	50 ÷ 1000 V (L-N)

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

Halbzyklus-Effektivspannung: $U_{1Rms(1/2)}$, $U_{2Rms(1/2)}$, $U_{3Rms(1/2)}$, $U_{1Min(1/2)}$, $U_{2Min(1/2)}$, $U_{3Min(1/2)}$, $U_{1Max(1/2)}$, $U_{2Max(1/2)}$, $U_{3Max(1/2)}$, AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit	Bereich Nennspannung
10 % I_{Nenn} ÷ 150 % I_{Nenn}	10 mV, 100 mV	± 0,2 % · U_{Nenn}	50 ÷ 1000 V (L-N)

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

HINWEIS: Die Messungen der Spannungsereignisse basieren auf der Halbzyklus-Effektivspannung.

Scheitelfaktor: SF_{U1}, SF_{U2}, SF_{U3}, SF_{UN}

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit
1,00 ÷ 2,50	0,01	± 5 % · SF_U

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

Spitzenspannung: U_{1Pk}, U_{2Pk}, U_{3Pk}, AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit
Bereich 1: 20,00 ÷ 255,0 Vpk	10 mV, 100 mV	± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 2: 50,0 V ÷ 510,0 Vpk	10 mV, 100 mV	± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 3: 200,0 V ÷ 2250,0 Vpk	100 mV, 1V	± 0,5 % · U_{Pk}

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

6.2.3 Leiterspannungen

Effektive 10/12-Zyklenleiterspannung: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}, AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit	Bereich Nennspannung
10 % I_{Nenn} ÷ 150 % I_{Nenn}	10 mV, 100 mV	± 0,1 % · U_{Nenn}	50 V ÷ 1730 V (L-L)

Halbzyklus-Effektivspannung (Ereignisse): $U_{12Rms(1/2)}$, $U_{23Rms(1/2)}$, $U_{31Rms(1/2)}$, $U_{12Min(1/2)}$, $U_{23Min(1/2)}$, $U_{31Min(1/2)}$, $U_{12Max(1/2)}$, $U_{23Max(1/2)}$, $U_{31Max(1/2)}$, AC+DC

Messbereich	Auflösung*	Genauigkeit	Bereich Nennspannung
10 % I_{Nenn} ÷ 150 % I_{Nenn}	10 mV, 100 mV	± 0,2 % · U_{Nenn}	50 V ÷ 1730 V (L-L)

Scheitelfaktor: SF_{U21}, SF_{U23}, SF_{U31}

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 2,50	0,01	± 5 % · SF_U

Spitzenspannung: U_{12Pk}, U_{23Pk}, U_{31Pk}, AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1: 20,00 ÷ 422 Vpk	10 mV, 100 mV	± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 2: 47,0 V ÷ 884,0 Vpk	10 mV, 100 mV	± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 3: 346,0 V ÷ 3700 Vpk	100 mV, 1 V	± 0,5 % · U_{Pk}

6.2.4 Strom

Eingangsimpedanz: 100 kΩ

10/12-Zyklen-Effektivstrom I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}, AC+DC.

Stromzangen	Bereich	Messbereich	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1200 A 10 A ÷ 175 A 0,5 A ÷ 10 A 50 mA ÷ 1 A	± 0,5 % · I_{RMS}
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	± 1,5 % · I_{RMS}

A 1033	1000 A 100 A	20 A ÷ 1000 A 2 A ÷ 100 A	± 1,3 % · I_{RMS}
A 1122	5 A	100 mA ÷ 5 A	± 1,3 % · I_{RMS}

Hinweis: Die Gesamtgenauigkeit wird folgendermaßen berechnet:

$$OverallAccuracy = 1,15 \cdot \sqrt{InstrumentAccuracy^2 + ClampAccuracy^2}$$

Halbzyklus-Effektiv (Einschalt)Strom $I_{1Rms½}$, $I_{2Rms½}$, $I_{3Rms½}$, $I_{NRms½}$, AC+DC

Stromzangen	Bereich	Messbereich	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1200 A 10 A ÷ 175 A 0,5 A ÷ 10 A 50 mA ÷ 1 A	± 0,5 % · I_{RMS}
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	± 1,5 % · I_{RMS}
A 1033	1000 A 100 A	20 A ÷ 1000 A 2 A ÷ 100 A	± 2,0 % · I_{RMS}
A 1122	5 A	100 mA ÷ 10 A	± 1,3 % · I_{RMS}

Spitzenwert I_{1Pk}, I_{2Pk}, I_{3Pk}, I_{NPk}, AC+DC

Messzubehör		Spitzenwert	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1700 A 10 A ÷ 250 A 0,5 A ÷ 14 A 50 mA ÷ 1,4 A	± 2,0 % · I_{RMS}
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	± 2,0 % · I_{RMS}
A 1033	1000 A 100 A	20 A ÷ 1400 A 2 A ÷ 140 A	± 3,0 % · I_{RMS}
A 1122	5 A	100 mA ÷ 14 A	± 3,0 % · I_{RMS}

Scheitelfaktor SF_{Ip} p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 10,00	0,01	± 5 % · SF_I

Genauigkeit der am Stromeingang gemessenen 10/12-Zyklen-Effektivspannung

Messbereich (geräteeigene Genauigkeit)	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 10,0 mV_{RMS} ÷ 200,0 mV_{RMS}	± 0,25 % · U_{RMS}	1,5
Bereich 2: 50,0 mV_{RMS} ÷ 2,000 V_{RMS}		

U_{RMS} – am Stromeingang gemessene Effektivspannung

Genauigkeit der am Stromeingang gemessenen Halbzyklus-Effektivspannung

Messbereich (geräteeigene Genauigkeit)	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 2,0 mV_{RMS} ÷ 200,0 mV_{RMS}	± 1 % · U_{RMS}	1,5
Bereich 2: 20,0 mV_{RMS} ÷ 2,0000 V_{RMS}	± 1 % · U_{RMS}	

6.2.5 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
50 Hz Systemfrequenz: 40,000 Hz ÷ 60,000 Hz 60 Hz Systemfrequenz: 50,000 Hz ÷ 70,000 Hz	2 mHz	± 10 mHz

6.2.6 Flicker

Flickertyp	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit*
P_{inst}	0,200 ÷ 10,000	0,001	± 5 % · P_{inst}
P_{st}	0,200 ÷ 10,000		± 5 % · P_{st}
P_{lt}	0,200 ÷ 10,000		± 5 % · P_{lt}

6.2.7 Zusammengesetzte Leistung

Zusammengesetzte Leistung	Messbereich		Genauigkeit
Wirkleistung* (W) P_1, P_2, P_3, P_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	± 0,2 % · P
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	± 1,7 % · P
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	± 0,7 % · P
Blindleistung** (VAr) N_1, N_2, N_3, N_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	± 0,2 % · Q
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	± 1,7 % · Q
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	± 0,7 % · Q
Scheinleistung*** (VA) S_1, S_2, S_3, Se_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	± 0,5 % · Q
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	± 1,8 % · S

		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	± 0,8 % · S

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn cos φ ≥ 0,80; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*
***Genauigkeitswerte sind gültig, wenn sin φ ≥ 0,50; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*
****Genauigkeitswerte sind gültig, wenn cos φ ≥ 0,50; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*

6.2.8 Grundfrequente Leistung

Grundfrequente Leistung	Messbereich		Genauigkeit
Grundfrequente Wirkleistung* (W) $Pfund_1$, $Pfund_2$, $Pfund_3$, P^+_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	± 0,2 % · Pfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	± 1,7 % · Pfund
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	± 0,7 % · Pfund
Grundfrequente Blindleistung** (VAr) $Qfund_1$, $Qfund_2$, $Qfund_3$, Q^+_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	± 0,2 % · Qfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	± 1,7 % · Qfund
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	± 0,7 % · Qfund
Grundfrequente Scheinleistung*** (VA) $Sfund_1$, $Sfund_2$, $Sfund_3$, S^+_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	± 0,2 % · Sfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	± 1,7 % · Sfund
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	± 0,7 % · Sfund

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn cos φ ≥ 0,80; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*
***Genauigkeitswerte sind gültig, wenn sin φ ≥ 0,50; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*
****Genauigkeitswerte sind gültig, wenn cos φ ≥ 0,50; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*

6.2.9 Nicht grundfrequente Leistung

Nicht grundfrequente Leistung	Messbereich	Voraussetzungen	Genauigkeit
Wirkleistung der Harmonischen* (W) Ph_1, Ph_2, Ph_3, Ph_{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) Ph > 1% · P	± 1,0% · Ph
Stromverzerrungsleistung* (VAr) D_{I1}, D_{I2}, D_{I3}, De_I,	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D_I > 1% · S	± 2,0 % · D_I
Spannungsverzerrungsleistung* (VAr) D_{V1}, D_{V2}, D_{V3}, De_V	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D_V > 1% · S	± 2,0 % · D_V
Verzerrungsleistung der Harmonischen* (VAr) D_{H1}, D_{H2}, D_{H3},De_H	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D_H > 1% · S	± 2,0 % · D_H
Nicht grundfrequente Harmonischen* (VA) S_{N1}, S_{N2}, S_{N3},Se_N	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) S_N > 1% · S	± 1,0 % · S_N
Scheinleistung der Harmonischen* (VA) S_{H1}, S_{H2}, S_{H3},Se_H	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) S_H > 1% · S	± 2,0% · S_H

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $I \geq 10\ \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80\ \% U_{Nenn}$*

6.2.10 Leistungsfaktor (LF)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ÷ 1,00	0,01	± 0,02

6.2.11 Verschiebungsfaktor (VF) oder Cos φ

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ÷ 1,00	0,01	± 0,02

6.2.12 Energie

		Messbereich (kWh, kVArh, kVAh)	Auflösung	Genauigkeit
Wirkenergie Ep*	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999	12 Digits	± 0,5 % · Ep
	Mit A 1227 Flexible Stromzange	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		± 1,8 % · Ep
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzange 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		± 0,8 % · Ep
	Mit A 1033 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		± 1,6 % · Ep
Blindenergie Eq**	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999	12 Digits	± 0,5 % · Eq
	Mit A 1227 Flexible Stromzange	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		± 1,8 % · Eq
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzange 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		± 0,8 % · Eq
	Mit A 1033 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		± 1,6 % · Eq

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn cos φ ≥ 0,80; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*
***Genauigkeitswerte sind gültig, wenn sin φ ≥ 0,50; I ≥ 10 % I_{Nenn} und U ≥ 80 % U_{Nenn}*

6.2.13 Harmonische und THD der Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Uh_N < 1 % U_{Nenn}	10 mV	± 0,15 % · U_{Nenn}
1 % U_{Nenn} < Uh_N < 20 % U_{Nenn}	10 mV	± 5 % · Uh_N

U_{Nenn}: Nennspannung (RMS)
Uh_N: gemessene Spannung der Harmonischen
$_N$: harmonische Komponente 0. ÷ 50.

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0 % U_{Nenn} < THD_U < 20 % U_{Nenn}	0,1 %	± 0,3

U_{Nenn}: Nennspannung (RMS)

6.2.14 Harmonische und THD des Stroms

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Ih_N < 10 % I_{Nenn}	10 mV	± 0,15 % · I_{Nenn}
10 % I_{Nenn} < Ih_N < 100 %	10 mV	± 5 % · Ih_N

I_{Nenn}: Nennstrom (RMS) der Stromzange
Ih_N: gemessener Strom der Harmonischen
$_N$: harmonische Komponente 0. ÷ 50.

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0 % I_{Nenn} < THD_I < 100 % I_{Nenn}	0,1 %	± 0,6
100 % I_{Nenn} < THD_I < 200 % I_{Nenn}	0,1 %	± 0,3

I_{Nenn}: Nennstrom (RMS)

6.2.15 Zwischenharmonische der Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Uih_N < 1 % U_{Nenn}	10 mV	± 0,15 % · U_{Nenn}
1 % U_{Nenn} < Uih_N < 20 % U_{Nenn}	10 mV	± 5 % · Uih_N

U_{Nenn}: Nennspannung (RMS)
Uih_N: gemessene Spannung der Zwischenharmonischen
$_N$: zwischenharmonische Komponente 0. ÷ 50.

6.2.16 Zwischenharmonische des Stroms

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Ih_N < 10 % I_{Nenn}	10 mV	± 0,15 % · I_{Nenn}
10 % I_{Nenn} < Ih_N < 100 %	10 mV	± 5 % · Iih_N

I_{Nenn}: Nennstrom (RMS)
Iih_N: gemessener Strom der Zwischenharmonischen
$_N$: zwischenharmonische Komponente 0. ÷ 50.

6.2.17 Netzsignale

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1 % U_{Nenn} < U_{Sig} < 3 % U_{Nenn}	10 mV	± 0,15 % · U_{Nenn}
3 % U_{Nenn} < U_{Sig} < 20 % U_{Nenn}	10 mV	± 5 % · U_{Sig}

U_{Nenn}: Nennstrom (RMS)
U_{Sig}: Gemessene Signalspannung

6.2.18 Unsymmetrie

	Bereich Unsymmetrie	Auflösung	Genauigkeit
u^-	0,5 % ÷ 5,0 %	0,1 %	± 0,15 % · u^-
u^0			± 0,15 % · u^0
i^-	0,0 % ÷ 20 %	0,1 %	± 1 % · i^-
i^0			± 1 % · i^0

6.2.19 Unsicherheit bei Uhrzeit und Dauer

Unsicherheit der Echtzeituhr

Einsatzbereich	Genauigkeit	
-20 °C ÷ 70 °C	± 3,5 ppm	0,3 s/Tag
0 °C ÷ 40 °C	± 2,0 ppm	0,17 s/Tag

Ereignisdauer, Zeitstempel der Aufzeichnung und Unsicherheit

	Messbereich	Auflösung	Fehler
Ereignisdauer	10 ms ÷ 7 Tage	1 ms	± 1 Zyklus

6.2.20 Temperaturmessfühler

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-10,0 °C ÷ 85,0 °C	0,1 °C	± 0,5 °C
-20,0 °C ÷ -10,0 °C und 85,0 °C ÷ 125,0 °C		± 2,0 °C

6.3 Rekorder

6.3.1 Allgemeiner Rekorder

Abtastung	5 Messwerte pro Sekunde, Fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Abtastfrequenz wird fortlaufend mit der Netzfrequenz synchronisiert.
Aufgezeichnete Größen	Spannung, Strom, Frequenz, Scheitelfaktor, Leistung, Energie, 50 Harmonische, 50 Zwischenharmonische, Flicker, Netzsignale, Unsymmetrie. Weitere Informationen, welche Mindest-, Maximal-, Durchschnitts- und aktiven Durchschnittswerte für jeden Parameter gespeichert werden, entnehmen Sie dem Abschnitt 4.4.
Aufzeichnungsintervall	1 s, 3 s, 5 s, 10 s, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min.
Ereignisse	In der Aufzeichnung können alle Ereignisse uneingeschränkt gespeichert werden.
Alarme	In der Aufzeichnung können alle Alarme uneingeschränkt gespeichert werden.
Auslöser	Startzeit oder manuell.

Tabelle 6.1: Maximale Dauer der allgemeinen Aufzeichnung

	Größe der MicroSD-Karte		
	8 GB	16 GB	32 GB
Aufzeichnungsintervall	Max. Aufzeichnungsdauer		
1 s	2 Tage 17 h	5 Tage 7 h	10 Tage 22 h
3 s	8 Tage 3 h	15 Tage 23 h	32 Tage 18 h
5 s	13 Tage 14 h	26 Tage 15 h	54 Tage 15 h
10 s	27 Tage 4 h	53 Tage 6 h	109 Tage 6 h
1 min	163 Tage 3 h	319 Tage 14 h	> 1 Jahr
2 min	326 Tage 7 h	> 1 Jahr	> 1 Jahr

5 min	> 1 Jahr	> 1 Jahr	> 1 Jahr
10 min	> 1 Jahr	> 1 Jahr	> 1 Jahr
15 min	> 1 Jahr	> 1 Jahr	> 1 Jahr
30 min	> 1 Jahr	> 1 Jahr	> 1 Jahr
60 min	> 1 Jahr	> 1 Jahr	> 1 Jahr

*Vor der Aufzeichnung wird der gesamte Speicher gelöscht.

6.3.2 Wellenform/Einschaltspitzen-Rekorder

Abtastung	102,4 Abtastungen pro Zyklus bei 50/60 Hz Netzfrequenz, fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Abtastfrequenz wird fortlaufend mit der Netzfrequenz synchronisiert.
Aufzeichnungszeit	Von 1 Sekunde bis zu 60 Sekunden.
Aufzeichnungsart	**Einfach** – die Aufzeichnung der Wellenform endet nach dem ersten Auslöser. **Fortlaufend** – fortlaufende Aufzeichnung der Wellenform, bis der Benutzer die Messung beendet oder auf dem Gerät kein freier Speicher mehr verfügbar ist. Es können max. 200 Aufzeichnungen pro Sitzung gespeichert werden.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N
Auslöser	Spannungs- oder Stromniveau, Spannungsereignisse, in der Alarmtabelle festgelegte Alarme oder manuelle Auslösung.

6.3.3 Momentaufnahme von der Wellenform

Abtastung	102,4 Abtastungen pro Zyklus bei 50/60 Hz Netzfrequenz. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungszeit	Zeitraum von 10 Zyklen.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N, aller Messungen.
Auslöser	Manuell

6.3.4 Transienten-Rekorder

Abtastung	1024 Abtastungen pro Zyklus bei 50/60 Hz Netzfrequenz. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungszeit	Zeitraum von 1 ÷ 50 Zyklen.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N Es werden für alle Kanäle berechnet: U_{RMS}, I_{RMS}, THD_U, THD_I
Auslöser:	Manuell, dV - für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.16

6.4 Einhaltung der Normen

6.4.1 Übereinstimmung mit der IEC 61557-12

Allgemeine und wesentliche Merkmale

Funktion zur Beurteilung der Netzqualität	-S	
Klassifizierung gemäß 4.3	SD	Indirekte Strom- und direkte Spannungsmessung
	SS	Indirekte Strom- und indirekte Spannungsmessung
Temperatur	K50	
Feuchtigkeit + Höhe	Normal	

Messeigenschaften

Funktionssymbole	Klasse gemäß IEC 61557-12	Messbereich
P	1	2 % ÷ 200% I_{Nenn} (1)
Q	1	2 % ÷ 200% I_{Nenn} (1)
S	1	2 % ÷ 200% I_{Nenn} (1)
Ep	1	2 % ÷ 200% I_{Nenn} (1)
Eq	2	2 % ÷ 200% I_{Nenn} (1)
eS	1	2 % ÷ 200% I_{Nenn} (1)
LF	0,5	- 1 ÷ 1
I, I_{Nenn}	0,2	2 % I_{Nenn} ÷ 200 % I_{Nenn}
Ih_n	1	0 % ÷ 100 % I_{Nenn}
THD_i	2	0 % ÷ 100 % I_{Nenn}

(1) – Nennstrom hängt vom Stromfühler ab.

6.4.2 Übereinstimmung mit der IEC 61000-4-30

IEC 61000-4-30 Abschnitt und Parameter	Power Master Messung	Klasse
4.4 Aggregation von Messungen in Zeitintervallen		A
4.6 Unsicherheit der Echtzeituhr		A
5.1 Frequenz	Freq	A
5.2 Größenordnung der Versorgungsspannung	U	A
5.3 Flicker	P_{st}, P_{lt}	A
5.4 Spannungseinbrüche und -überhöhungen	$U_{Einbr,}$ $U_{Überh}$, Dauer	A
5.5 Spannungsunterbrechungen	Dauer	A
5.7 Unsymmetrie	u^-, u^0	A
5.8 Spannungsharmonische	$Uh_{0\div50}$	A
5.9 Spannungszwischenharmonische	$Uih_{0\div50}$	A
5.10 Netzsignalspannung	U_{Sig}	A

7 Wartung

7.1 Einsetzen der Batteriezellen in das Gerät

1. Bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs öffnen (*siehe Abbildung 2.4*), stellen Sie sicher, dass der Netzteiladapter/das Ladegerät und die Messleitungen abgetrennt sind und das Gerät ausgeschaltet ist.
2. Legen Sie die Batteriezellen so ein, wie es in der Abbildung unten dargestellt ist (legen Sie die Batteriezellen richtig ein, sonst funktioniert das Gerät nicht und die Batteriezellen könnten entladen oder beschädigt werden).

Abbildung 7.1: Batteriefach

1	Batteriezellen
2	Seriennummernschild

3. Drehen Sie das Gerät mit der Vorderseite nach unten (*siehe Abbildung unten*) und legen Sie sie Abdeckung auf die Batteriezellen.

Abbildung 7.2: Schließen der Batteriefachabdeckung

4. Schrauben Sie die Abdeckung am Gerät fest.

⚠ Warnhinweise!

- **Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Prüfleitungen ab, entfernen Sie das Stromversorgungskabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs entfernen.**
- **Verwenden Sie nur den Netzteiladapter/das Ladegerät, der/das vom Hersteller oder Händler für die Ausrüstung geliefert wurde, um einen möglichen Brand oder elektrischen Schlag zu vermeiden.**
- **Verwenden Sie keine normalen Batterien, während der Netzteiladapter/das Ladegerät angeschlossen ist, anderenfalls könnten diese explodieren!**
- **Verwenden Sie nicht gleichzeitig Batteriezellen verschiedenen Typs, verschiedener Marken, unterschiedlichen Alters oder Ladezustands.**
- **Wenn die Akkus das erste Mal geladen werden, stellen Sie sicher, dass die Ladezeit mindestens 24 Stunden beträgt, bevor das Gerät eingeschaltet wird.**

Hinweise:

- Es werden wieder aufladbare NiMH-Akkus vom Typ HR 6 (Größe AA) empfohlen. Ladezeit und Betriebsstunden werden für Batteriezellen mit einer Nennladung von 2000 mAh angegeben.
- Wenn das Gerät für längere Zeit nicht benutzt wird, entnehmen Sie alle Batterien/Akkus aus dem Batteriefach. Die beiliegenden Batteriezellen können das Gerät für ca. 4,5 Stunden versorgen.

7.2 Batterien

Das Gerät enthält wieder aufladbare NiMH-Akkus. Diese Batteriezellen dürfen nur durch denselben Typ ersetzt werden, so wie es auf dem Schild des Batteriefachs oder in diesem Handbuch angegeben ist.

Wenn der Austausch der Batteriezellen notwendig ist, ersetzen Sie alle sechs. Stellen Sie sicher, dass die Batteriezellen mit korrekter Polarität eingelegt sind. Eine falsche Polarität kann die Batteriezellen und/oder das Gerät beschädigen.

Vorsicht beim Laden von Akkus, die neu sind oder länger nicht benutzt wurden

Beim Aufladen von Akkus, die neu sind oder länger nicht benutzt wurden (mehr als 3 Monate) nicht benutzt wurden, können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten. NiMH- und NiCd-Akkus sind hiervon unterschiedlich betroffen (dieser Effekt wird gelegentlich als Memory-Effekt bezeichnet). Infolgedessen kann die Betriebszeit des Geräts bei den ersten Lade-/Entladezyklen wesentlich verkürzt werden.

Deshalb wird folgendes empfohlen:

- Vollständiges Aufladen der Akkus
- Vollständige Entladung der Akkus (kann bei normaler Arbeit mit dem Gerät erfolgen).
- Mindestens zweimalige Wiederholung des Lade-/Entladezyklus (vier Zyklen werden empfohlen).

Bei Verwendung externer, intelligenter Batterieladegeräte wird automatisch ein vollständiger Entlade-/Ladezyklus durchgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Batteriekapazität wieder hergestellt. Die Betriebszeit des Geräts entspricht nun den Angaben in den technischen Daten.

Anmerkungen

In das Gerät ist ein Ladegerät für Akkupacks eingebaut. Das bedeutet, dass die Akkus während des Ladens in Serie geschaltet sind. Daher müssen alle Akkus einen gleichartigen Zustand aufweisen (ähnlicher Ladezustand, gleicher Typ und gleiches Alter).
Bereits ein einziger Akku in schlechtem Zustand (oder nur von einem anderen Typ) kann eine nicht ordnungsgemäße Ladung des gesamten Akkupacks verursachen (Erwärmung des Akkupacks, erheblich verkürzte Betriebszeit).

Wenn nach Durchführung mehrerer Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Akkus ermittelt werden (durch Vergleich der Akkuspannungen, deren Überprüfung in einem Zellenladegerät usw.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass nur einige der Akkus beschädigt sind.

Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Abnahme der Akku-Nennladung über die Zeit verwechselt werden. Alle Akkus verlieren etwas an Nennladung, wenn sie wiederholt geladen/entladen werden. Die tatsächliche Abnahme der Nennladung in Abhängigkeit von der Anzahl der Ladezyklen hängt vom Akku-Typ ab und ist in den technischen Daten des Batterieherstellers für diese Akkus angegeben.

7.3 Erläuterungen zur Stromversorgung

⚠ Warnhinweise

- **Verwenden Sie nur das vom Hersteller gelieferte Ladegerät.**
- **Trennen Sie den Netzteiladapter ab, wenn Sie normale (nicht wieder aufladbare) Batteriezellen verwenden.**

Wenn Sie den Original-Netzteiladapter/das Original-Ladegerät verwenden, ist das Gerät nach dem Einschalten sofort vollständig einsatzbereit. Die Batteriezellen werden gleichzeitig geladen und die Ladezeit beträgt 2,5 Stunden.

Die Akkus werden immer dann aufgeladen, wenn der Netzteiladapter/das Ladegerät an das Gerät angeschlossen ist. Eingebaute Schutzschaltkreise steuern den Ladeprozess und gewährleisten eine maximale Lebenszeit der Akkus.
Wenn das Gerät mehr als 2 Minuten ohne Batteriezellen und ohne Ladegerät bleibt, werden die Einstellungen von Datum und Uhrzeit gelöscht.

7.4 Reinigung

Verwenden Sie zum Reinigen der Geräteoberfläche einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol befeuchtet wird. Lassen Sie das Gerät vor der Benutzung vollständig abtrocknen.

⚠ Warnhinweise

- **Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen!**
- **Schütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät!**

7.5 Regelmäßige Kalibrierung

Zur Gewährleistung von korrekten Messungen ist es sehr wichtig, dass das Gerät in regelmäßigen Abständen kalibriert wird. Bei täglicher Benutzung wird eine halbjährliche Kalibrierung empfohlen, anderenfalls ist eine jährliche Kalibrierung ausreichend.

7.6 Kundendienst

Für weitere Informationen zu Reparaturen innerhalb und außerhalb der Garantie wenden Sie sich bitte an Ihren Händler.

7.7 Fehlerbeseitigung

Wenn die Taste *ESC* gedrückt wird, während das Gerät eingeschaltet wird, startet das Gerät nicht. Dann müssen die Batterien entfernt und wieder eingelegt werden. Danach wird das Gerät normal starten.

Adresse des Herstellers:

METREL d.d.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul,
Slowenien

Tel.: +(386) 1 75 58 200
Fax: +(386) 1 75 49 095
E-Mail: metrel@metrel.si
http://www.metrel.si